

## ECOS DO FUTURO NA SALA DE AULA - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, MATEMÁTICA & TECNOLOGIA

ECHOES OF THE FUTURE IN THE CLASSROOM – ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION

ECOS DEL FUTURO EN EL AULA: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, LAS MATEMÁTICAS Y LA TECNOLOGÍA

**Bruno Gavaia<sup>1</sup>, António Pedro Costa<sup>2</sup>, Paulo Moura Oliveira<sup>3,4</sup> & J. Bernardino Lopes<sup>5,6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

brunogavaiate@hotmail.com

<sup>2</sup>Centro de Investigação e Intervenção Educativas, da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto, Portugal

apcosta@fpce.up.pt

<sup>3</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

oliveira@utad.pt

<sup>4</sup>INESC-TEC, Portugal

<sup>5</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

blopes@utad.pt

<sup>6</sup>CIDTFF-Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Portugal

**RESUMO** | Num contexto em que a IA deixa progressivamente de ser percecionada apenas como uma ferramenta de apoio para assumir um papel potencialmente transformador das dinâmicas pedagógicas, torna-se fundamental criar espaços de debate que permitam compreender as suas implicações técnicas, éticas, epistemológicas e institucionais. Nesta mesa redonda debateu-se os impactos da inteligência artificial (IA) nas práticas educativas, destacando-se a sua natureza simultaneamente instrumental e disruptiva. Os intervenientes discutiram a necessidade de repensar o ensino, a aprendizagem e a avaliação, sublinhando que a IA não deve ser encarada apenas como ferramenta, mas como elemento transformador das dinâmicas pedagógicas e dos papéis de professores e alunos. Foram analisadas questões relativas à literacia em IA, à autonomia docente, à aprendizagem efetiva, bem como aos riscos de delegação cognitiva, plágio e perda de pensamento crítico. Foram defendidas mudanças na natureza das tarefas, maior foco nos processos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências éticas e epistemológicas. Concluiu-se que a integração da IA exige regulação institucional, supervisão humana, novas abordagens pedagógicas centradas no pensamento crítico e na agência dos estudantes e mais trabalho de campo e investigação empírica sobre o uso da IA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sala de aula como ecossistema, literacia em IA, tarefas autênticas, investigação qualitativa, agência epistémica dos estudantes e professores.

**ABSTRACT** | At a time when AI is increasingly seen not merely as a support tool but as having the potential to transform teaching dynamics, it is essential to create forums for discussion that enable us to understand its technical, ethical, epistemological and institutional implications. This roundtable discussed the impacts of artificial intelligence (AI) on educational practices, highlighting its dual nature as both a tool and a disruptive force. The speakers discussed the need to rethink teaching, learning and assessment, emphasising that AI should not be viewed merely as a tool, but as a transformative force in pedagogical dynamics and in the roles of teachers and students. Issues relating to AI literacy, teacher autonomy, effective learning, as well as the risks of cognitive delegation, plagiarism and the loss of

critical thinking were analysed. Changes to the nature of tasks, a greater focus on learning processes and the development of ethical and epistemological skills were advocated. It was concluded that the integration of AI requires institutional regulation, human supervision, new pedagogical approaches centred on critical thinking and student agency, and further fieldwork and empirical research on the use of AI.

**KEYWORDS:** Classroom as an ecosystem, AI literacy, authentic tasks, qualitative research, epistemic agency of students and teachers.

**RESUMEN** | En un contexto en el que la IA deja de percibirse progresivamente como una mera herramienta de apoyo para asumir un papel potencialmente transformador de las dinámicas pedagógicas, resulta fundamental crear espacios de debate que permitan comprender sus implicaciones técnicas, éticas, epistemológicas e institucionales. En esta mesa redonda se debatieron los impactos de la inteligencia artificial (IA) en las prácticas educativas, destacando su naturaleza a la vez instrumental y disruptiva. Los ponentes debatieron sobre la necesidad de replantearse la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, subrayando que la IA no debe considerarse únicamente como una herramienta, sino como un elemento transformador de las dinámicas pedagógicas y de los roles de profesores y alumnos. Se analizaron cuestiones relacionadas con la alfabetización en IA, la autonomía docente y el aprendizaje efectivo, así como los riesgos de la delegación cognitiva, el plagio y la pérdida del pensamiento crítico. Se defendieron cambios en la naturaleza de las tareas, un mayor enfoque en los procesos de aprendizaje y el desarrollo de competencias éticas y epistemológicas. Se concluyó que la integración de la IA exige regulación institucional, supervisión humana, nuevos enfoques pedagógicos centrados en el pensamiento crítico y en la agencia de los estudiantes, y más trabajo de campo e investigación empírica sobre el uso de la IA.

**PALABRAS CLAVE:** Aula como ecosistema, alfabetización en IA, tareas auténticas, investigación cualitativa, agencia epistémica de estudiantes y docentes.

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que a IA deixa de ser vista apenas como um recurso de apoio e passa a ser encarada como um agente com potencial para transformar as dinâmicas pedagógicas, torna-se essencial promover espaços de reflexão e debate que favoreçam a compreensão das suas implicações técnicas, éticas, epistemológicas e institucionais.

Esta mesa redonda ocorreu no âmbito do encontro internacional “Ecos do Futuro na Sala de Aula - Educação em Ciências e Tecnologia, Inteligência Artificial e Cidadania Científica Crítica” realizada no dia 30 de abril de 2026 (<https://ecosdofuturonasala.wixsite.com/ecos-do-futuro-na-sa>). A mesa redonda foi moderada por Bruno Gavaia, que preparou o contexto da discussão e as questões a considerar e os convidados foram J. Bernardino Lopes, António Pedro Costa e Paulo Moura Oliveira. As respetivas notas biográficas estão no final do texto.

O objetivo desta mesa-redonda não é apenas discutir se a inteligência artificial é positiva ou negativa em contexto educativo, mas pensar de forma mais concreta sobre como, em que condições e com que efeitos ela está a ser integrada nas práticas educativas dos docentes.

Para ajudar a enquadrar a conversa, um artigo recente de Kong et al. (2026) foi colocada à consideração dos convidados previamente. Este artigo propõe uma leitura interessante: a IA pode funcionar como uma “double-edged sword”, ou seja, como uma realidade ambivalente. No estudo, o uso de IA apareceu associado, por um lado, a perceções de desafio e oportunidade, que favorecem práticas inovadoras, e, por outro, a perceções de ameaça, que podem inibir essa mesma inovação.

As questões colocadas procuraram não apenas recolher opiniões gerais, mas também problematizar esta tensão entre potencial transformador, pressões institucionais, pensamento crítico, autonomia docente e aprendizagem dos alunos. Eis as questões que foram debatidas:

- Quando falamos hoje de inteligência artificial na educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, estamos sobretudo perante uma ferramenta de apoio ao professor e ao aluno... ou perante uma transformação mais profunda da própria atividade de ensinar e aprender?
- Um estudo recente de Kong et al. (2026) sugere que a IA pode ser percecionada, pelos docentes, simultaneamente como oportunidade — associada à inovação — e como ameaça — associada à perda de controlo ou identidade profissional. Esta dualidade faz-vos sentido à luz da vossa experiência?
- Quando um aluno realiza uma tarefa com apoio de IA, como podemos distinguir uma situação de verdadeira aprendizagem de uma situação de mera execução eficiente?
- Em contexto educativo, onde deveremos traçar a linha entre um uso legítimo, um uso pedagogicamente orientado e um uso abusivo da IA? E estará a escola preparada para discutir, com clareza, questões como autoria, plágio, transparência e responsabilidade?
- Daqui a cinco anos, o que vos parece mais provável mudar primeiro: as práticas de ensino, a natureza das tarefas propostas aos alunos, ou os modelos de avaliação?

### 1.1 Ideias principais que emergiram desta mesa redonda

Abaixo sistematizam-se as 11 principais ideias que emergiram deste debate.

#### 1. *A IA como tecnologia disruptiva*

A inteligência artificial foi entendida não apenas como ferramenta de apoio, mas como uma tecnologia disruptiva com capacidade de transformar profundamente o ensino, a aprendizagem e os papéis tradicionais na educação.

## *2. Mudança do papel do professor*

Emergiram perspectivas convergentes sobre a transição do professor enquanto transmissor de conhecimento para um papel de mediador, facilitador ou “arquiteto da aprendizagem”.

## *3. Importância da literacia em IA*

Foi sublinhada a necessidade de desenvolver competências de literacia em IA nos docentes e estudantes, permitindo um uso crítico, ético e pedagogicamente orientado destas tecnologias.

## *4. Aprendizagem versus execução eficiente*

Os participantes alertaram para o risco de os estudantes produzirem resultados aparentemente competentes sem compreensão efetiva dos conteúdos, defendendo modelos de avaliação centrados no raciocínio e nos processos cognitivos.

## *5. Delegação cognitiva e pensamento crítico*

O debate evidenciou preocupações relativamente à dependência excessiva da IA e à consequente diminuição do pensamento crítico, da retenção da memória e do envolvimento intelectual dos estudantes.

## *6. Necessidade de reformular tarefas e avaliação*

Foi consensual que a transformação mais urgente passa pela alteração das tarefas propostas aos alunos e dos modelos de avaliação, privilegiando atividades reflexivas, contextualizadas e orientadas para competências de alto nível.

## *7. Questões éticas e institucionais*

Discutiu-se a necessidade de definir regras claras sobre autoria, transparência, integridade académica e limites do uso da IA, tanto ao nível institucional como supranacional.

## *8. Os estudantes como agentes epistémicos e éticos*

Defendeu-se uma educação orientada para a autonomia intelectual dos alunos, promovendo a sua capacidade de questionar, interpretar, validar informação e tomar decisões fundamentadas.

## *9. Reconfiguração da sala de aula*

A sala de aula foi perspectivada como um futuro espaço de “multiagências”, envolvendo professores, estudantes e sistemas de IA em interações complexas e colaborativas.

## *10. Urgência da adaptação educativa*

Os participantes concordaram que as mudanças já estão em curso e que as instituições educativas precisam de agir rapidamente para responder aos desafios pedagógicos, éticos e sociais colocados pela IA.

## *11. É preciso estudos empíricos sobre o uso de IA em contexto de sala de aula*

Finalmente, foi destacada a imperiosa necessidade de se fazer estudos empíricos sobre a utilização da IA em sala de aula de CM&T para se criar um corpo de conhecimentos sobre uma miríade de questões cuja resposta ainda ignoramos.

## **2. CONTEXTO E RELEVÂNCIA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIA**

**Bruno Gavaia (BG).** Quando falamos hoje de inteligência artificial na educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, estamos sobretudo perante uma ferramenta de apoio ao professor e ao aluno... ou perante uma transformação mais profunda da própria atividade de ensinar e aprender?

### **2.1 A IA pode ser uma ferramenta, mas não é apenas uma ferramenta. É uma tecnologia disruptiva**

**J. Bernardino Lopes (JBL).** Antes de responder à pergunta, é necessário fazer um enquadramento geral. No presente momento a questão não é saber se se deve usar sistemas de IA na Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia (EdCM&T). Para enfrentar os desafios que a IA coloca à EdCM&T temos, pois, de colocar outras questões mais centrais. Existem três questões centrais:

Como usar a IA? É a questão epistemológica. Talvez a mais próxima da EdCM&T, uma vez que, em resposta à pergunta, procura-se descrever processos e métodos para construir o conhecimento em CM&T, neste caso, usando a IA.

Para que usar a IA? É a questão teleológica. Também é importante na Didática, uma vez que, em resposta à pergunta, procura-se saber o propósito, o destino ou a função de se usar IA na EdCM&T. É a questão dos objetivos do uso da IA. É uma questão relevante pois não faz sentido usar a IA para fazer coisas que se podem fazer de forma mais económica, nem usar a IA sem saber as suas consequências. Cruza-se com a questão ética (como devo agir). Não podemos usá-la simplesmente porque está disponível. Não podemos ignorar o seu uso, porque é cada vez mais claro que pode ter imensas possibilidades educativas e é necessário explorá-las.

O que é a IA? É a questão ontológica. A questão ontológica habitualmente não é considerada na EdCM&T. Todavia, toda a gente pergunta se a IA é uma tecnologia como as outras e esta é uma questão ontológica. E também toda a gente pergunta qual o papel dos professores na EdCM&T e dos alunos na sua própria aprendizagem e esta é também uma questão ontológica.

Face a este enquadramento e tentando responder à pergunta podemos afirmar que os sistemas de IA são artefactos tecnológicos e, como tal, podem constituírem-se como ferramentas. Sabemos ainda que há sistemas de IA com capacidades de agência (capacidade de atuarem de forma autónoma) como é o caso de agentes de IA que podem ter um papel importante na EdCM&T (como tutores, na avaliação formativa, etc.). Portanto, os sistemas de IA não são uma tecnologia como as outras. É, claramente, uma tecnologia como capacidades disruptivas em todos os setores da atividade humana.

A IA como artefacto tecnológico pode ser usada como qualquer outra ferramenta e já sabemos que as ferramentas têm um papel fundamental na construção do conhecimento e um papel fundamental na EdCM&T. O ponto central, que sabemos de todo o progresso tecnológico

desde os primórdios da humanidade, é que uma ferramenta nunca muda uma prática, é o que fazemos com ela (a ferramenta) que muda as características e a natureza das práticas. Para isso precisamos, primeiro, de aprender a lidar com a IA.

Todavia, a IA não é só uma ferramenta. Como tem capacidade de agência, por inércia dos professores, dos alunos e dos sistemas educativos pode conduzir-nos a cenários educativos completamente indesejáveis. Para isso não acontecer precisamos de: (a) mudar a forma como ensinamos e a forma como aprendemos (questões do como - questões epistemológicas e didáticas); (b) discernir para que aprendemos (questões do para quê – questões teleológicas e dos objetivos educativos); (c) construir a nossa literacia sobre IA e um pensamento sobre como nos posicionamos face a ela (questões do que é – questões ontológicas e sociológicas).

## 2.2 Falta aqui muito trabalho de campo de “como usar” a IA

**António Pedro Costa (APC).** Vou apenas fazer aqui uma ponte e um complemento para tentar ser o máximo sucinto. Efetivamente, concordo com o Professor Bernardino, portanto, A IA é uma tecnologia disruptiva. Na perspetiva daquilo que eu estou a fazer em termos de estudo sobre o uso da IA Generativa em diferentes contextos, acaba por ser uma tecnologia que é mais do que uma tecnologia em si.

Se olharem para diferentes campos, atualmente temos várias situações no uso da IA na própria condição da área do seu uso, em termos sociais, se virem há pouco tempo alguém casou com um modelo de IA. Até tirou fotografias. Há quem já não queira ter relações pessoais porque tem algo muito melhor muito mais interessante, ao ter um modelo de IA que não nos contraria, que está sempre disponível e usa muito a bajulação, que em termos pedagógicos tem sido um ponto negativo no próprio uso da aprendizagem. Aqui depende do que é que nós pretendemos (Ibrahim et al., 2026; Ho et al., 2025).

Se já não se trata de “se eu vou usar”, mas sim, "Como é que os estudantes estão a usar?". Isto implica realizar uma reaprendizagem dos próprios processos de ensinar e aprender. E depende também dos papéis que nós queremos dar à própria IA. Por exemplo, na área da investigação, eu posso usá-la como assistente; posso pegar num modelo para ajudar-me a retificar ou traduzir ou melhorar um texto, para ajudar-me a argumentar, ou para explicar determinada situação. Posso também tentar colocar um patamar na qual eu coloco a IA como parceiro cognitivo. Isto já implica que eu da minha parte, enquanto humano, tenha que desenvolver determinadas competências que me permitam depois tomar decisões perante estes resultados (Wang & Zhang, 2026; Cain, 2025).

Gostaria de partilhar convosco uma ideia sobre o ritmo a que a inteligência artificial está a evoluir. Em outubro, no Congresso Europeu de Inteligência Artificial, em Bolonha, assisti a uma apresentação de uma equipa da Comissão Europeia sobre cenários de desenvolvimento e investimento nesta área. A mensagem central era clara: estamos a transitar de uma fase dominada pela IA generativa para uma etapa em que ganham relevo os sistemas de IA agentiva, capazes de executar ações com maior autonomia. Foram ainda apresentados cenários prospetivos que apontavam, em fases posteriores, para formas mais avançadas de IA cognitiva, física e autónoma.

Esta evolução levanta questões muito concretas. Ainda hoje li uma notícia sobre um caso em que um agente de IA apagou, em poucos segundos, a base de dados de uma empresa e, de

seguida, apresentou um pedido de desculpa. O mais relevante neste episódio não é apenas o erro técnico, mas o facto de o sistema ter tomado uma decisão com consequências significativas sem que essa ação estivesse prevista pelo utilizador/humano. É precisamente aqui que a discussão se torna urgente: não basta perguntar o que a IA consegue fazer; é necessário discutir em que condições deve ser usada, com que limites e sob que formas de supervisão humana.

Também em casa estas questões se tornam visíveis. Tenho um filho de 11 anos que, perante uma dúvida, rapidamente diz: “Pai, pergunta ao ChatGPT.” E a minha resposta costuma ser: “Pergunta tu.” Procuo estimulá-lo a formular boas perguntas e, por vezes, inverte mesmo os papéis: em vez de ser ele a perguntar ao modelo, peço ao modelo que lhe coloque questões, para o levar a pensar, justificar e desenvolver o raciocínio. Este exemplo simples mostra que o desafio já não é apenas decidir se usamos ou não IA, mas compreender como a usamos de modo pedagogicamente relevante. Falta ainda muito trabalho de campo sobre estas práticas. A tecnologia está a avançar a grande velocidade, mas o conhecimento sobre os seus usos educativos, os seus efeitos e as melhores formas de integração ainda está longe de acompanhar este ritmo.

### **2.3 O professor como “arquiteto da aprendizagem” dos alunos**

**Paulo Moura Oliveira (PMO).** Boa tarde, começo por agradecer o convite e cumprimentar a todos os presentes. Gostaria também de dizer que as minhas respostas às perguntas serão baseadas na minha experiência como professor universitário que ensina e investiga nas áreas da Inteligência Artificial e Automação Industrial.

Respondendo à questão: Não só devido às ferramentas da IA, mas pela digitalização, penso que estamos perante uma transformação mais profunda da atividade de ensinar e aprender. Cada caso é um caso! Mas o papel do professor como transmissor de conhecimento tem, na minha modesta opinião, os dias contados. O Professor passará a ser um agente facilitador no processo de aprendizagem. Um nome provocatório poderá ser Arquiteto da Aprendizagem (Learning Architect).

Porquê “Arquiteto da Aprendizagem”? Porque ele é um agente que está focado no desenvolvimento de ambientes que promovam o crescimento, o pensamento crítico e experiências significativas.

Eu estou a referir-me ao ensino universitário, porque no ensino universitário, nós, professores, com as questões da Inteligência Artificial vamos ter que mudar a nossa forma de ensinar e a forma como formulamos as nossas questões. Dessa forma, certamente concordo com o professor Bernardino. Estamos a viver um processo disruptivo, é pena é não termos muito tempo para nos adaptarmos, nem nós professores, nem os alunos.

Mediante aquilo que vivenciamos, uma vez que estamos em constante evolução, vamos ter que mudar muitos aspetos na forma como ensinamos. Não tenho dúvidas absolutamente nenhuma. É um fator que já existe na nossa sala (a existência da IA) e temos que saber como lidar com ele.

### **3. A PROBLEMÁTICA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ENQUANTO FERRAMENTA E TRANSFORMAÇÃO EDUCATIVA**

**BG.** Muito obrigado pela vossa partilha. A seguinte questão que vos coloco está associada a um artigo, um estudo recente, de Kong et al. (2026), sugere que a IA pode ser percecionada, pelos docentes, simultaneamente como oportunidade — associada à inovação — e como ameaça — associada à perda de controlo ou identidade profissional. Esta dualidade faz-vos sentido à luz da vossa experiência?

#### **3.1 A IA vai mudar, outra vez, o papel do professor**

**APC.** Quando comecei a refletir sobre esta questão, recuei ao início do meu doutoramento, por volta de 2006. Nessa altura, foi desenvolvido um recurso didático centrado no ensino experimental das ciências, mas assente num ambiente digital em vez de num dispositivo físico. Tratava-se de um software que incluía várias tipologias de atividades que era utilizado em turmas do 1.º e do 2.º ciclos.

A atividade começava com uma questão inicial sobre determinado tema, procurando identificar as perceções dos alunos e, em particular, eventuais conceções alternativas. A partir daí, o recurso apoiava a exploração e a reconstrução dessas ideias. No caso concreto, trabalhavam-se conteúdos relacionados com recursos naturais, nomeadamente o petróleo e a floresta.

Quando iniciámos a formação de professores para a utilização deste recurso, tornou-se evidente uma mudança importante no papel docente. O professor deixava de ocupar apenas uma posição de transmissor de respostas e passava a assumir uma função de mediador da aprendizagem, orientando a exploração, promovendo a discussão e ajudando os alunos a construir conhecimento a partir das suas próprias ideias.

Faço esta ponte porque me parece que, com a inteligência artificial, enfrentamos uma tensão semelhante. A IA pode ser encarada como uma oportunidade quando o professor reconhece e assume esse papel de mediação. Mas pode também ser percecionada como uma ameaça se o docente sentir que perde controlo sobre uma função para a qual foi preparado: transmitir conteúdos de forma direta e estruturada. É nesse confronto entre modelos de ensino que situo esta discussão.

Na formação que realizámos, esta dificuldade tornou-se muito visível. Havia cursos que começavam com cerca de 15 professores e terminavam com 8. Alguns desistiam precisamente porque diziam não compreender qual deveria ser o seu papel enquanto mediadores. Tinham sido formados para explicar e transmitir conteúdos, não necessariamente para acompanhar processos em que os alunos constroem respostas de forma mais autónoma. Na minha perspetiva, a IA coloca-nos hoje perante um desafio muito semelhante.

#### **3.2 Aprender a usar a IA para que a aprendizagem seja efetiva**

**PMO.** Relativamente a este assunto, julgo que poderemos utilizar a imagem do copo meio cheio ou meio vazio. Os docentes podem e devem encarar estas novas ferramentas como uma excelente oportunidade de potenciar e aumentar a inteligência natural como uma oportunidade ou como uma ameaça. Estas ferramentas estão associadas à desatualização, exigem maior

esforço de adaptação e potencializam maior independência e autonomia dos alunos. Os mais pessimistas (ou realistas informados) poderão mesmo antever uma futura substituição dos professores por robôs.

Partilho uma experiência pessoal em que os alunos tiveram que desenvolver um projeto (em todas as turmas), utilizando programação. Os alunos, pedem ao GPT, para desenvolverem os códigos, fazem *prompts* que resultam em programas espetaculares. Mas depois quando os docentes questionam “Então explica lá o que é que se passa naquela linha?”, não sabem, mesmo quando têm comentários escritos lá ao lado. Não há alternativa, vai efetivamente, ser difícil, com muitos alunos, de controlar adequadamente o uso de IA. Particularmente em turmas com muitos alunos, tem que se arranjar alternativas e mecanismos, de forma a que o professor tenha a certeza que a aprendizagem tenha sido efetiva e não se sucumbiu ao facilitismo. Tem de haver um certo rigor que vai exigir aos professores esforços adicionais. Arranjar energia para isso é que não é fácil.

### **3.3 Ambiente da escola favorável ao uso da IA e aumentar a literacia dos professores em IA**

**JBL.** O estudo de Kong et al. (2026) que nos foi proposto para reflexão nesta mesa redonda foi realizado na China com mais de 1000 professores de diversas áreas de ensino. O estudo é de natureza quantitativa e mostra que o uso da IA enfraqueceu a tendência dos professores a inovarem, mas melhorou o seu desempenho inovador. Esta conclusão está em linha com outros estudos que mostram que os LLM atuais se comportarem de forma semelhante e ao usá-los como parceiros criativos —independentemente do modelo utilizado — pode levar os utilizadores a produzir resultados “criativos” semelhantes (Wenger & Kenett, 2026).

Ainda o estudo de Kong et al. (2026) elucida que se os professores virem a IA como desafio/oportunidade conduz a um melhor desempenho (não necessariamente a maior criatividade), mas se percecionarem a IA como ameaça enfraquece a inovação (o que acontece sobretudo nos professores que não têm literacia suficiente para lidar com a IA). Estas conclusões fazem sentido e o artigo explica qual o mecanismo psicológico por trás deste comportamento ambíguo. Há dois caminhos que o artigo permite explicitar: (a) suporte e ambiente da escola favorável ao uso da IA; (b) aumentar a literacia dos professores em IA seja através de auto formação colaborativa, seja através de hétero formação. Porém nenhum deles permite responder à pergunta: queremos professores mais eficazes (risco de uniformizar o que os alunos aprendem) ou mais criativos (necessidade de diversificar os perfis formativos dos alunos)?

## **4. TAREFA COM APOIO DE IA: VERDADEIRA APRENDIZAGEM OU MERA EXECUÇÃO EFICIENTE?**

**BG.** Quando um aluno realiza uma tarefa com apoio de IA, como podemos distinguir uma situação de verdadeira aprendizagem de uma situação de mera execução eficiente?

**PMO.** Esta pergunta é muito pertinente, porque para fazer a distinção entre uma aprendizagem efetiva ( a palavra verdadeira é muito profunda ) ou mera execução eficiente vai requer alteração profunda dos métodos de avaliação. Particularmente os métodos orais.

**APC.** Muito rapidamente, apenas para complementar. O meu filho está no sexto ano e tem bastante facilidade em cálculo mental. Por isso, muitas vezes considera que, se apresentar o

resultado final de um problema de matemática, a tarefa está concluída. E eu tento explicar-lhe que não basta chegar à resposta certa: é preciso mostrar o raciocínio, tornar visível o caminho que permitiu chegar até ela.

Esta questão fez-me lembrar uma experiência recente com estudantes de doutoramento. Em dois programas doutorais, envolvendo aproximadamente 40 estudantes, propusemos que, após cada aula, elaborassem uma reflexão de três a quatro páginas sobre os conteúdos trabalhados, podendo recorrer à inteligência artificial. Em média, cada estudante produziu cerca de nove reflexões. No final, pedimos-lhes que escrevessem uma autoetnografia a partir deste percurso e, adicionalmente, realizassem uma análise crítica das próprias reflexões, procurando posicionar-se enquanto investigadores em formação: que identidade estavam a construir, que deslocções reconheciam no seu pensamento e como interpretavam o seu processo de aprendizagem.

A experiência foi muito interessante, porque os percursos revelaram-se bastante diferentes entre si. No entanto, também ficou claro que, em alguns casos, já existe uma certa dependência da IA, mesmo em tarefas de natureza reflexiva. Recordo, por exemplo, um estudante que apresentou uma autoetnografia de 20 páginas com 191 referências bibliográficas. A reação imediata foi quase de espanto: “Então já fez a tese?” [risos]. O estudante insistia que tinha lido tudo. Para testar esta afirmação, fiz um pedido simples a um LLM, apenas para organizar e listar as referências mencionadas, e rapidamente identifiquei que pelo menos 20 não existiam. Além disso, havia aproximadamente 50 referências a livros. Disse-lhe, em tom de brincadeira: “Em três meses conseguiste ler mais do que eu consigo ler num ano.” [risos]

Este episódio mostra que já há formas de dependência que não são apenas técnicas, mas também cognitivas. E isso toca num ponto sensível: a aprendizagem mexe com o nosso ego. É difícil reconhecer: “Consegui realizar a tarefa, mas não tenho a certeza de ter aprendido aquilo que o trabalho aparenta demonstrar.”

Costumo usar uma metáfora nas formações. Hoje, com várias ferramentas de IA, conseguimos obter em poucos minutos uma síntese plausível de um capítulo, de um artigo ou de um tema. Mas isso não significa que o tenhamos compreendido. Podemos produzir rapidamente um conteúdo sem termos verdadeiramente apropriados. E é aqui que, como dizia o professor Paulo, se torna indispensável o trabalho de terreno, porque a própria arquitetura da avaliação precisa de ser repensada.

Dou um exemplo concreto. Qual foi, neste caso, a avaliação final da disciplina? Poder-se-ia imaginar que fosse a elaboração de um projeto de investigação. Não foi. Optámos por um exame escrito, em papel, a partir de um problema específico, no qual cada estudante teve de construir, autonomamente, o desenho metodológico de uma investigação. Não hesitamos nessa decisão, precisamente porque era necessário avaliar o raciocínio, e não apenas a capacidade de produzir um resultado final convincente.

Para aprofundar este tópico ver Linardon et al., 2025 e Zhang & Zhao, 2025.

#### **4.1 O que é aprender CM&T? Muda de natureza se mediada por IA? Cinco consequências para o uso da IA na aprendizagem de CM&T**

**JBL.** Aprender, no essencial, é: (a) uma capacidade inata à biologia humana; (b) uma atividade que demora tempo (o tempo necessário para as sinapses se reconfigurarem); (c) um

compromisso que dá prazer se autêntico e autodeterminado; (d) uma prática de construir conhecimento de CM&T que serve para lidar com a incerteza do ambiente e antecipar o futuro (Wagensberg, 2013).

Estudos recentes mostram que aprender é da natureza humana e que é da natureza humana aprender (Parker, 2006). Por outro lado, a vida alimenta-se de entropia negativa, isto é, auto organiza-se em interação com o ambiente. Dito de outro, aprender é uma atividade de entropia negativa: auto organiza-se à custa da interação com o ambiente e aprende-se mais quanto mais já se tiver aprendido (Lorenz, 2013).

Desde há muito se sabe que aprender carece de uma reconfiguração das sinapses no cérebro (Leamson, 2000) ainda que a relação entre a plasticidade sináptica e a aprendizagem ainda não seja totalmente clara (Humeau & Choquet, 2019). Este processo ocorre num certo tempo e todos sabemos que a aprendizagem para um ser humano se tornar adulto carece de cerca de 20 anos, mais tempo que qualquer outro ser vivo. A aparente vantagem da IA — eliminar dificuldade e tempo no estudo — é também uma desvantagem. Ao priorizar o resultado em detrimento do processo, elimina o trabalho intelectual que impulsiona a aprendizagem, elimina a experiência de aprender e de dar sentido ao que se aprende e elimina a necessidade de envolvimento que nos liga enquanto seres sociais (Zohar et al., 2026).

Aprender pode ser um compromisso para uma atividade auto determinada. Devolver a auto determinação aos alunos no empreendimento que é aprender é reconhecer que os alunos são atores na educação (Wehmeyer & Zhao, 2020). Quando isto acontece a aprendizagem, apesar do trabalho que dá e do esforço que precisa dá prazer e alegria (Lei, 2024).

Finalmente, aprender CM&T é uma prática de construir conhecimento que serve para lidar com a incerteza do ambiente e antecipar o futuro (Wagensberg, 2013). Especificamente, no contexto atual aprender prepara-nos para lidar com a volatilidade, complexidade e ambiguidade das situações. A incerteza exige uma nova abordagem à aprendizagem por diversas razões convincentes. Em ambientes incertos, a capacidade de se adaptar rapidamente a novas informações e circunstâncias em constante mudança é crucial (Urenje, S. (2025).

Estes quatro aspetos que caracterizam de forma fundamental a aprendizagem em CM&T levam-nos a esboçar cinco consequências relativas ao uso da IA na aprendizagem.

Consequência um — É necessário promover uma dieta cognitiva. É necessário que a educação em CM&T preserve o contacto físico com os outros, com a natureza e com os artefactos físicos. Sem esta ligação perdemos a nossa natureza biológica de aprender. Isto significa que é necessário cultivar uma certa dieta no uso dos sistemas de IA. Gerlich (2025) mostrou num estudo empírico que há uma correlação negativa significativa entre a utilização frequente de ferramentas de IA e as capacidades de pensamento crítico, mediada por um aumento da delegação cognitiva. Este resultado mostra que é necessário promover uma certa dieta cognitiva de modo a não se usar sistematicamente IA nem delegar cognitivamente quando a usamos.

Consequência dois — A IA tem de ser usada como ferramenta e não como agente. É imperioso encontrar formas de os jovens estarem envolvidos o tempo necessário a aprender até aprenderem. Shaw & Nave (2026) mostram como a delegação cognitiva na IA é uma tendência e que esta é maior quando se tem maior confiança na IA e menor necessidade de cognição e inteligência fluida. Na verdade, como explica Lawrence (2024) a IA dialoga diretamente com o nosso sistema 1 de inteligência (pensamento rápido, reflexo e intuitivo) e ignora o nosso sistema

2 de inteligência (pensamento lento, reflexivo e deliberativo). Portanto, é necessário aumentar a complexidade das tarefas de aprendizagem solicitando a mobilização da cognição e transformando a IA de agente em ferramenta de apoio.

Consequência três — A natureza das tarefas tem de mudar. Os utilizadores excessivamente dependentes da IA, reduzem a capacidade de pensamento crítico ou tem um declínio da retenção da memória (Bai et al., 2023). Os mesmos autores recomendam incorporar atividades que promovam o desenvolvimento do pensamento crítico, as competências de resolução de problemas e a aprendizagem autodirigida, bem como ambientes colaborativos de aprendizagem. Em suma é necessário mudar a natureza das tarefas de aprendizagem. As tarefas têm de combinar esforço que conduza à satisfação de uma dificuldade vencida e ao sentido que a experiência de aprender proporcionou (Zohar et al., 2026).

Consequência quatro — O conhecimento é um valor a cultivar. A construção do conhecimento de CM&T tem de ser feita no contexto da resolução de problemas autênticos. De todo o modo construir conhecimento científico é um valor em si mesmo que deve ser cultivado e valorizado. É ele que nos permitiu chegar a este ponto da civilização.

Consequência cinco — A IA introduz multi-agências na sala de aula. A entidade “sala de aula” tem de ser reconfigurada em termos espaciais, funcionalidades, conectividade e também em termos de atores. Habitualmente o professor era o único ator. Tem-se reclamado na literatura desde há muito a necessidade de dar aos alunos o estatuto de agentes epistémicos (Lin & Puntambekar, 2025.) Com o rápido desenvolvimento da IA é possível ter multiagentes de IA. Portanto, a sala de aula será em breve o espaço de múltiplas agências humanas (professores e alunos) e artificiais (sistemas de IA) o que acarretará profundas modificações (Cheung et al., 2025).

## **5. QUESTÕES ÉTICAS, PEDAGÓGICAS E INSTITUCIONAIS NO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

**BG.** Em contexto educativo, onde deveremos traçar a linha entre um uso legítimo, um uso pedagogicamente orientado e um uso abusivo da IA? E estará a escola preparada para discutir, com clareza, questões como autoria, plágio, transparência e responsabilidade?

### **5.1 Há um limiar no uso da IA e esse limiar tem de ser definido pela instituição**

**PMO.** Relativamente a este aspeto, cada instituição deve definir regras básicas de utilização das novas ferramentas da IA, que estabeleçam critérios éticos e de integridade para docentes, alunos e investigadores.

Nós no Conselho Pedagógico da Escola de Ciências e Tecnologia da UTAD, definimos no último mandato, um conjunto de 10 princípios orientadores (Orientações sobre a Utilização de Ferramentas Baseadas na Inteligência Artificial nos Métodos de Ensino/Aprendizagem na ECT)

Gostaria de partilhar alguns casos convosco de forma a compreenderem que tipo de regras foram definidas. Por exemplo, o segundo ponto indica “as ferramentas de IA em contexto de atividades de ensino podem ser utilizadas nas aulas por decisão dos docentes das unidades curriculares, quando tal acharem adequado.”. Ou seja, embora se reconheça que os alunos estejam a usar a IA “a toda a hora”, julgo que a decisão de esta ser usada nos métodos educativos deve ser uma decisão do docente. O ponto seguinte diz o seguinte: "Quando este tipo de

ferramentas for proposto no contexto de atividades de ensino e aprendizagem por parte dos docentes, devem ser explicitadas quais as ferramentas a serem utilizadas para que se permita a equidade no acesso às mesmas por parte dos estudantes." Eu acho que isso é muito importante. Porque há muitas ferramentas agora que têm vários níveis de acesso em comparação com o acesso livre e isso pode causar uma desigualdade muito grande no acesso às ferramentas. Porque há ferramentas de facto sendo pagas nas versões "pro", têm muito mais capacidade, nível de respostas e feedbacks (quando comparadas a outras). Aproveito também para ler a quarta orientação que diz que: "Os docentes que decidam utilizar ferramentas baseadas em IA, nas suas metodologias de ensino, devem exigir o cumprimento das regras de ética e integridade académicas por parte dos estudantes." Eu acho que isso também é importante, embora estas regras devem ser explicitadas também pela universidade. Ainda, uma última: "A utilização das ferramentas da IA para melhoria da qualidade dos relatórios escritos pelos alunos pode constituir uma mais valia, devendo a sua utilização ser devidamente citada e explicitados os conteúdos gerados por essas ferramentas."

Ora, todos os alunos, usam, até certo ponto, uma ferramenta de IA. Portanto, acho que efetivamente há um limiar e que esse limiar tem de ser definido, devendo ser pensado pelas instituições. Não obstante as ferramentas estejam em constante evolução, tem que haver regras de utilização, uma vez que há usos indevidos destas ferramentas.

**BG.** E relativamente à preparação das escolas? O que têm a dizer sobre isso?

**PMO.** No que concerne à outra parte da questão, se as escolas estão preparadas neste momento, acho que não. Essa preparação não é uma tarefa fácil. Concordo com o professor Bernardino, no sentido em que, têm sido os próprios docentes a tentar investigar e investir em formação neste âmbito, não as escolas. E os alunos? Os alunos não precisam de tantas ações de formação, pois eles têm uma enorme capacidade de adaptação. Já os docentes, tem sido da parte deles que têm havido uma procura muito grande, tendo esta busca pela preparação sido feita mais pela parte dos docentes (julgo que estamos um pouco atrasados nesse aspeto – nas escolas).

## **5.2 Uso abusivo, comportamento humano e desenvolvimento de competências**

**APC.** Eu penso que a recomendação deve sair fora das fronteiras da universidade; isto extravasa as "paredes" de uma instituição. Deve surgir até algo que não seja apenas de âmbito nacional, comecei a sentir isto com base na participação em encontros internacionais.

Em Setembro do ano passado, participei com uma comunicação na Digital Learning Week da UNESCO e vi a apresentação de projetos de 10 países. Compreendi que regulamentar ou tentar controlar estes processos a nível institucional ou só a nível de um país é insuficiente nesta fase.

Relativamente à questão do uso abusivo, entramos inevitavelmente numa dimensão ética e, ao mesmo tempo, profundamente ligada ao comportamento humano. O que muda com estas ferramentas é que elas tornam mais fácil, rápido e tentador obter um resultado sem passar necessariamente pelo processo que lhe deveria dar sustentação. Por isso, o problema não está apenas na tecnologia em si, mas na forma como nós, enquanto utilizadores, nos posicionamos perante ela. O comportamento humano continua a ser decisivo. E, muitas vezes, encontramos justificações para usos menos refletidos ou menos responsáveis: porque existe pressão institucional para produzir mais, porque há prazos apertados, porque é necessário responder rapidamente a determinadas exigências. A facilidade de acesso e à eficácia aparente destas

ferramentas podem, assim, ampliar práticas abusivas que já existiam, mas que agora se tornam mais simples de executar e mais difíceis de reconhecer.

Recordo-me de uma apresentação que fiz, há alguns anos, sobre análise de dados qualitativos, em que discutíamos já o tema da IA. Nesta altura, referi um caso em que foram removidos cerca de 120 artigos publicados por grandes editoras académicas por terem sido produzidos automaticamente com geradores de texto sem conteúdo substantivo. Costumo associar este exemplo, em tom de brincadeira, ao conhecido “Lero Lero”: uma aplicação que produz textos aparentemente sofisticados, bem articulados à superfície, mas que, na verdade, dizem muito pouco. Ou seja, textos que soam convincentes, mas que não sustentam uma ideia, não desenvolvem um argumento e não acrescentam conhecimento. O que este caso ilustra é que o problema não começou agora com a IA generativa; ele já existia sob outras formas. A diferença é que, hoje, estas ferramentas tornam este tipo de prática mais fácil, mais rápido e potencialmente mais difícil de detetar. No fundo, voltamos à mesma questão: a tecnologia amplia possibilidades, mas também expõe fragilidades do comportamento humano, sobretudo quando há pressão para produzir, publicar ou entregar resultados a qualquer custo.

A Universidade de Aveiro dispõe de orientações que recomendam que, em trabalhos académicos, projetos ou teses, os estudantes explicitem de que forma recorreram a ferramentas de inteligência artificial. No grupo de investigação que coordeno, os meus orientandos seguem um princípio semelhante: sempre que utilizam IA, devem incluir uma declaração clara sobre o modo como essa utilização ocorreu.

No entanto, também se observa o risco oposto: a ideia de que é necessário declarar absolutamente tudo, mesmo quando se trata de usos instrumentais banais. Chega-se, por vezes, a formulações quase absurdas, como: “usei uma ferramenta para corrigir erros ortográficos”, “usei o PowerPoint para preparar a apresentação” ou “usei o Microsoft Word para redigir o texto”.

Por isso, a questão central não é apenas exigir declarações formais, mas desenvolver critérios de responsabilidade e discernimento. É necessário trabalhar estas competências desde a base, ajudando estudantes, investigadores e professores a distinguir entre usos relevantes, que interferem no processo intelectual ou na autoria, e usos meramente operacionais. Se conseguirmos fazer este trabalho formativo, estaremos mais preparados. Ainda assim, a próxima vaga de sistemas, como a IA agentiva, colocará desafios de governação e supervisão muito mais exigentes.

### **5.3 Capacitar os alunos como agentes epistémicos e éticos: mudar as tarefas, o ensino e a avaliação**

**JBL.** Concordo com os meus colegas Paulo e António que na questão da regulação têm uma visão complementar. É preciso regular institucionalmente, mas não basta, é preciso também regular de forma supra institucional e supra nacional. Também concordo com a visão do meu colega António relativamente à natureza do comportamento humano atreito a abusos que são facilitados pela IA, pois é extremamente eficaz e rápida. Não temos alternativa, temos mesmo de desenvolver competências no exercício da ética e também desenvolvê-las nos alunos (Floridi, 2023). Os professores têm de aprender a lidar com os abusos e as instituições têm de ser mais claras e assertivas com as fraudes.

Porém, gostaria de centrar a atenção no uso de IA em tarefas de CM&T no contexto da aprendizagem. Vai ser necessário mudar várias coisas. A primeira é mudar a natureza das tarefas para permitir que os alunos sejam agentes da sua própria aprendizagem. E neste contexto a IA pode ajudar os alunos a: (a) compararem informação; (b) aplicar a solução a casos limite; (c) estender o contexto de aplicação; (d) procurar cenários alternativos para os problemas. Ou seja, trata-se transformar os nossos alunos em agentes epistêmicos e éticos e orientá-los para aprendizagens mais profundas.

O essencial é que a IA seja usada com proveito e como uma mais valia, como uma ferramenta epistêmica e não como uma forma sofisticada de delegação cognitiva.

Outro aspeto a mudar é foco da avaliação. A avaliação não pode estar focada no produto, tem de estar focada no processo. Isto é a avaliação tem de estar centrada no percurso intelectual dos alunos. Isso demora mais tempo e vai ter de se inventar novas formas de fazer isso. Tem de estar centrada também em competências de alto nível.

Finalmente, gostaria de chamar a atenção para um aspeto decisivo. Nós, enquanto indivíduos, enquanto sociedade, temos que manter o comando sobre a IA. Não podemos deixar que IA seja comandada de forma autónoma, nem comandada por multinacionais sem qualquer controlo, nem por Estados. Se nós não garantimos isto, então sim, aquele cenário traçado pelo filósofo inglês Toby Ord (2020), que identificou a IA como um dos gatilhos que pode provocar, uma catástrofe existencial no sentido que ele define, uma quebra irreversível na civilização. Segundo o mesmo autor é um risco 100 vezes mais provável do que as alterações climáticas para originar uma catástrofe existencial. Para que isto não aconteça, os humanos precisam de estar ao comando. Em termos macro, os humanos devem estar ao comando da IA. Em termos educativos, os estudantes devem estar ao comando, serem gentes epistêmicos. Os professores têm um papel fundamental na formação dos estudantes como agentes epistêmicos e éticos, mudando as tarefas, o ensino e a avaliação.

## **6. CENÁRIOS PARA DAQUI A CINCO ANOS**

**BG.** Daqui a cinco anos, o que vos parece mais provável mudar primeiro: as práticas de ensino, a natureza das tarefas propostas aos alunos, ou os modelos de avaliação?

### **6.1 Mudar as tarefas de aprendizagem, mudar a avaliação e fazer estudos empíricos sobre a utilização da IA em sala de aula**

**APC.** Eu reformularia a pergunta: não daqui a cinco anos, mas já a partir de setembro. Estamos praticamente a terminar o ano letivo, e há mudanças que precisam de começar a ser pensadas e implementadas desde já.

Podemos analisar separadamente as práticas de ensino, a natureza das tarefas e os modelos de avaliação, mas, na realidade, estas três dimensões estão profundamente interligadas. Se altero a tarefa proposta ao estudante, tenho necessariamente de repensar a forma como ensino e, por consequência, também a forma como avalio.

Há hoje um investimento crescente em tutores de IA e em sistemas de apoio personalizado à aprendizagem. Ainda assim, se tivesse de identificar a dimensão que deve mudar primeiro, começaria pelas tarefas. É isso que temos vindo a explorar na UC de Metodologias de

Investigação em Educação: alterar a própria estrutura da unidade curricular, propondo reflexões sucessivas em que os estudantes são provocados a usar IA de forma intencional e crítica.

Um aspeto particularmente interessante foi verificar que alguns estudantes só começaram a recorrer à IA a partir da quinta reflexão, por não se sentirem inicialmente confiantes no seu uso. Outros perceberam que utilizar IA para estudar um tema que ainda não dominam pode, paradoxalmente, tornar o processo mais exigente e até gerar maior confusão. Por exemplo, se um estudante começa a explorar paradigmas de investigação sem qualquer conhecimento prévio, a IA pode produzir uma resposta aparentemente clara, mas que depois exige leitura, validação e confronto com outras fontes. Caso contrário, o estudante corre o risco de repetir formulações que não compreende verdadeiramente e de não conseguir sustentá-las quando é questionado.

Esta experiência mostra que a IA não substitui conhecimento prévio; pelo contrário, tende a ser mais útil quando existe já uma base que permita avaliar, selecionar e problematizar o que ela devolve.

Por isso, começaria pela transformação das tarefas. A avaliação virá depois, até porque tende a ser um processo mais reativo e institucionalmente mais lento. Alterar modelos avaliativos exige formação, discussão coletiva e tempo de adaptação. Assim, a mudança mais urgente não é para daqui a cinco anos: deve começar já, com a reformulação das tarefas de aprendizagem.

**PMO.** Na minha opinião vão ter que mudar as três:

- práticas de ensino- têm de mudar. Há práticas de ensino utilizadas hoje que são da época medieval...
- natureza das tarefas propostas aos alunos- tem de se mudar a natureza de algumas tarefas, de forma a garantir que efetivamente o aluno teve uma participação ativa na sua elaboração.
- Modelos de avaliação- Tem de haver mais momentos dedicados à avaliação para garantir a efetiva aquisição de competências e conhecimentos. Isto com muitos alunos pode ser muito difícil de implementar. Tem de se combater o facilitismo que se está a instalar.

**JBL.** No imediato, concordo com o António e o Paulo, o que há a mudar é as tarefas que se colocam aos alunos e a forma como se avalia. Isto realmente pode fazer-se desde já. Da experiência que tenho e do que se sabe da investigação a mudança de tarefas cria experiências de aprendizagens diferentes e o professor progressivamente vai mudando o seu papel. Por exemplo, a tarefa tradicional de pedir aos alunos que resolvam vários problemas de física pode ser transformada numa tarefa recorrendo a IA. Para que isto seja proveitoso para os alunos pode-se começar por dar soluções erradas e pedir para identificar os erros e pedir adicionalmente: (a) expande a tua compreensão da física por trás do problema, por exemplo: (i) colocando uma condição diferente da do enunciado (por exemplo para o problema 24, supõe que a colisão é perfeitamente inelástica); (ii) identificando que outros problemas são deste mesmo tipo; (iii) identificando o que acontece para valores limite dos parâmetros (zero ou infinito) ou o valor de um é muito maior que o de outro; (b) um relatório de interação com a IA acompanhado de uma reflexão incidindo sobre aspetos como (i) que aspetos da solução foram para ti uma surpresa, (ii) como verificaste que o raciocínio e/ou a solução é correta; (iii) que conceitos e/ou procedimentos a IA usou para resolver o problema; (iv) o que aprendeste de Física. Neste cenário, e com este tipo de tarefa, apesar de haver alguns alunos que usam a IA para obter respostas, a maioria tira

proveito do uso da IA de forma a mais rapidamente explorar várias possibilidades que a simples abordagem de um problema proporciona.

Claro, ao mudar as tarefas a avaliação terá de mudar como já referi.

Há outros aspetos a mudar que carecem de maior reflexão e mais tempo. Como já referi a sala de aula como ecossistema terá de ser reconfigurada em termos físicos, de conectividade e principalmente como “espaço” de interação entre múltiplas agências (professor, alunos, IA e eventualmente outros especialistas). O primeiro desafio é criar condições para que os alunos sejam agentes epistémicos e éticos. Estas mudanças levarão a profundas mudanças no ensino e na aprendizagem. Na minha opinião, teremos de redescobrir a verdadeira natureza do que é ensinar e do que é aprender e reinventar os papéis de professor e alunos.

Finalmente, gostaria de destacar a imperiosa necessidade de fazer estudos empíricos sobre a utilização da IA em sala de aula para se criar um corpo de conhecimentos sobre: (a) como usar a IA com proveito; (b) que novas competências são necessárias e como desenvolvê-las; (c) como se reconfiguram os papéis de professor e alunos; (d) que características têm os novos ecossistemas educativos que se estão a concretizar; (e) que riscos e ameaças estão a surgir para o desenvolvimento intelectual e ético dos alunos; (f) que novas oportunidades estão a surgir para o uso proveitoso da IA.

## **7. REFLEXÕES SUSCITADAS PELO PÚBLICO E APROFUNDAMENTO DO DEBATE**

O moderador, Bruno Gavaia, deu a palavra ao público no sentido de se aprofundar alguns assuntos. De entre os assuntos abordados neste período da mesa redonda destacam-se cinco tópicos sintetizados pelo moderador.

A reflexão sobre o papel das grandes empresas tecnológicas e a possibilidade de estarmos a ser “ingênuos” ao pensar apenas em aplicações pedagógicas interessantes para as nossas aulas, quando existem interesses e dinâmicas globais que poderão afetar-nos de forma muito mais rápida e profunda. Foi referida, por exemplo, a expressão clara dos interesses destas grandes empresas tecnológicas.

A questão dos explicadores de Matemática, da preparação para exames e dos tutores de IA. Discutiui-se a possibilidade de cada aluno vir a ter um tutor de IA personalizado, levantando-se a questão de saber se estes tutores poderão, ou não, funcionar como equivalentes aos explicadores humanos.

A preocupação com a formação de monoculturas científicas e com uma possível colonização do conhecimento sem precedentes, dada a dificuldade de controlar a evolução da IA. Neste ponto, foi também referido que os sistemas de IA dialogam diretamente com o nosso sistema de inteligência mais reativo, e não tanto com o sistema reflexivo, o que pode tornar os utilizadores mais suscetíveis à influência destes sistemas, de forma semelhante ao que já acontece com as redes sociais (Lawrence, 2024).

A ideia de que uma possível abordagem sobre o uso da IA na educação passa por cultivar a diversidade, procurando deliberadamente que os alunos produzam respostas, interpretações e formas de pensar diferentes entre si. Foi também referida a necessidade de algum tipo de ativismo para garantir que os humanos se mantêm no controlo da IA face à possibilidade de

catástrofe existencial, a exemplo do ativismo contra as alterações climáticas cujo risco é menor como foi visto acima.

Houve também uma provocação associada à avaliação, nomeadamente à distinção entre avaliação da aprendizagem, avaliação para a aprendizagem, ou uma eventual combinação das duas. Neste contexto, discutiu-se a possibilidade de existirem momentos em que a utilização da IA seja permitida e outros em que não o seja, cultivando uma certa dieta cognitiva. A reflexão apontou também para a necessidade de deslocar o foco do produto final para o processo, recorrendo eventualmente a métodos mistos de avaliação: momentos com recurso à tecnologia, incluindo IA, e momentos sem qualquer tipo de equipamento ou apoio digital.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A discussão realizada nesta mesa redonda permitiu evidenciar que a integração da inteligência artificial na educação em Ciências, Matemática e Tecnologia representa um dos maiores desafios contemporâneos para os sistemas educativos. Longe de se limitar à introdução de novas ferramentas digitais, a IA surge como uma transformação estrutural capaz de alterar profundamente os modos de ensinar, aprender, avaliar e produzir conhecimento.

Os contributos dos participantes convergiram na ideia de que a questão central já não reside em decidir se a IA deve ou não ser utilizada em contexto educativo, mas antes em compreender como pode ser integrada de forma pedagogicamente significativa, ética e humanamente responsável. Neste sentido, a IA foi descrita simultaneamente como oportunidade e ameaça: oportunidade pela capacidade de apoiar a personalização da aprendizagem, estimular novas formas de interação e ampliar possibilidades cognitivas; ameaça pelos riscos associados à delegação cognitiva, à superficialidade do conhecimento, à perda de pensamento crítico e ao enfraquecimento da autonomia intelectual dos estudantes.

Um dos aspetos mais relevantes do debate foi o reconhecimento de que a utilização da IA exige mudanças profundas na natureza das tarefas educativas e nos modelos de avaliação. As práticas centradas exclusivamente no produto final revelam-se insuficientes perante ferramentas capazes de gerar respostas rápidas e sofisticadas. Consequentemente, torna-se necessário privilegiar processos de aprendizagem que valorizem o raciocínio, a reflexão, a argumentação, a validação crítica da informação e a explicitação dos percursos intelectuais dos estudantes.

Do mesmo modo, o papel do professor tende a sofrer uma reconfiguração significativa. O docente deixa progressivamente de ser visto apenas como transmissor de conteúdos, assumindo funções de mediador, orientador e “arquiteto da aprendizagem”. Esta mudança implica não apenas novas competências técnicas, mas também capacidades éticas, epistemológicas e pedagógicas que permitam enquadrar criticamente o uso da IA em ambientes educativos complexos.

Outro eixo central da discussão foi a necessidade de desenvolver literacia em IA, tanto nos professores como nos alunos. A formação para o uso crítico destas tecnologias foi apresentada como condição essencial para evitar dependências acríticas, promover a autonomia cognitiva e garantir que os estudantes permaneçam agentes epistémicos ativos no processo de construção do conhecimento.

Ficou evidente que os desafios colocados pela IA ultrapassam as fronteiras das instituições educativas e exigem respostas articuladas a nível institucional, nacional e internacional. Questões relacionadas com autoria, integridade académica, transparência, supervisão humana e regulação ética tornam-se incontornáveis num contexto em que os sistemas de IA evoluem rapidamente e adquirem crescente autonomia.

Finalmente, destacou-se a necessidade de desenvolver mais trabalho de campo e investigação empírica, de forma a compreender o que está efetivamente a acontecer nas escolas e nas salas de aula, nomeadamente ao nível da utilização da IA por professores e alunos, da avaliação, da gestão pedagógica e dos impactos reais destas ferramentas.

Em síntese, a mesa redonda reforçou a ideia de que o futuro da educação dependerá menos da tecnologia em si e mais das escolhas pedagógicas, éticas e sociais que forem feitas relativamente ao seu uso. A IA poderá contribuir para uma educação mais rica, crítica e significativa, desde que os seres humanos — professores e estudantes — permaneçam no centro das decisões e dos processos de aprendizagem.

## REFERENCES

- Bai, L., Liu, X., & Su, J. (2023). ChatGPT: The cognitive effects on learning and memory. *Brain-X*, 1 (3), e30.
- Cain, W. (2025). Cognitive partners in design: Using generative AI for active online learning in a graduate-level course. *Educational Research: Theory and Practice*, 36(1), 42-51.
- Cheung, K. K. C., Long, Y., Liu, Q., & Chan, H. Y. (2025). Unpacking epistemic insights of artificial intelligence (AI) in science education: A systematic review. *Science & Education*, 34(2), 747-777.
- Floridi, L. (2023). *The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities*. Oxford University Press.
- Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), 6.
- Ho, J. Q. H., Hu, M., Chen, T. X., & Hartanto, A. (2025). Potential and pitfalls of romantic Artificial Intelligence (AI) companions: A systematic review. *Computers in Human Behavior Reports*, 19, 100715. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100715>
- Humeau, Y., & Choquet, D. (2019). The next generation of approaches to investigate the link between synaptic plasticity and learning. *Nature neuroscience*, 22(10), 1536-1543.
- Ibrahim, L., Hafner, F. S., & Rocher, L. (2026). Training language models to be warm can reduce accuracy and increase sycophancy. *Nature*, 652(8112), 1159–1165. <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10410-0>
- Kong, L., Zhang, W., Huang, W., Huang, L., & Huang, S. (2026). Challenge or threat? The double-edged sword effect of AI use on innovative teaching behavior among primary and secondary school teachers in China. *Humanities and Social Sciences Communications*.
- Lawrence, N. D. (2024). *The atomic human: Understanding ourselves in the age of AI*. Random House.
- Leamson, R. (2000). Learning as Biological Brain Change. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 32(6), 34–40. <https://doi.org/10.1080/00091380009601765>
- Lei, Y. (2024). Unlocking the secrets of STEM success: Exploring the interplay of motivation to learn science, self-regulation, and emotional intelligence from a perspective of self-determination theory. *Learning and Motivation*, 87, 102012.
- Lin, F., & Puntambekar, S. (2025). Epistemic scaffolding: Understanding and designing the support for epistemic growth in science. *International Journal of Science Education*, 47(6), 769-793.

- Linardon, J., Jarman, H. K., McClure, Z., Anderson, C., Liu, C., & Messer, M. (2025). Influence of Topic Familiarity and Prompt Specificity on Citation Fabrication in Mental Health Research Using Large Language Models: Experimental Study. *JMIR Ment Health*, *12*, e80371. <https://doi.org/10.2196/80371>
- Lorenz, K. Z. (2013). Keynote: Innate bases of learning. In *Learning as self-organization* (pp. 1-52). Psychology Press.
- Ord, T. (2020). *The precipice: Existential risk and the future of humanity*. Hachette UK.
- Parker, S. (2006). The biology of learning. In *Human Learning* (pp. 16-31). Routledge.
- Shaw, S. D., & Nave, G. (2026). *Thinking-Fast, Slow, and Artificial: How AI is Reshaping Human Reasoning and the Rise of Cognitive Surrender*. Available at SSRN 6097646.
- Urenje, S. (2025). Learning for a Future We Do Not Know. In *Teacher Training and Student Learning-Past Values, Present Uncertainties and Future Prospects*. IntechOpen.
- Wagensberg, J. (2013). *La rebelión de las formas: o, cómo perseverar cuando la incertidumbre aprieta*. Metatemas.
- Wang, S., & Zhang, H. (2026). Pedagogical partnerships with generative AI in higher education: how dual cognitive pathways paradoxically enable transformative learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *23*(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s41239-026-00585-x>
- Wehmeyer, M., & Zhao, Y. (2020). *Teaching students to become self-determined learners*. Ascd.
- Wenger, E., & Kenett, Y. N. (2026). Large language models are homogeneously creative. *PNAS nexus*, *5*(3), pgag042.
- Zhang, M., & Zhao, T. (2025). Citation Accuracy Challenges Posed by Large Language Models. *JMIR Med Educ*, *11*, e72998. <https://doi.org/10.2196/72998>
- Zohar, E., Bloom, P., & Inzlicht, M. (2026). Against frictionless AI. *Communications Psychology*, *4*(1), 39.

## BREVES NOTAS SOBRE OS PARTICIPANTES

**Bruno Gavaia**, doutorando em Didática de Ciências e Tecnologia na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, com investigação centrada na utilização de inteligência artificial generativa e conversacional por docentes em processos de planificação e preparação de aulas. É docente na área da educação e tecnologias digitais, tendo desenvolvido trabalho em contextos de ensino básico e superior, nomeadamente em programação, robótica educativa, modelação 3D, pensamento computacional e integração pedagógica de recursos digitais. Os seus interesses de investigação incidem sobre a formação de professores, a criatividade docente, a inovação pedagógica, a utilização de artefactos digitais no ensino e o papel da inteligência artificial enquanto mediadora de processos de conceção, adaptação e desenvolvimento de práticas educativas.

**J. Bernardino Lopes**, Professor Catedrático da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, na área da Didática da Física. É investigador do CIDTFF, onde coordena um laboratório de investigação, e atualmente exerce funções como Diretor do Programa Doutoral em Investigação em Educação em Ciências e Tecnologia da UTAD. É também diretor e editor da revista científica internacional *APeDuC Journal*. Conta com mais de 200 publicações científicas e uma vasta experiência na orientação de investigadores, incluindo doutorandos e pós-doutorandos. Os seus interesses de investigação centram-se na educação em ciências e tecnologia, com particular enfoque na mediação da aprendizagem, na formação de professores e na utilização de artefactos digitais — incluindo a inteligência artificial — enquanto ferramentas para potenciar a aprendizagem.

**António Pedro Costa**, investigador do Centro de Investigação e Intervenção Educativas, da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto e está associado ao desenvolvimento do software de análise qualitativa webQDA. É docente na área das metodologias de investigação e coordenador de importantes eventos científicos internacionais, como o Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa e a World Conference on Qualitative Research. É ainda editor principal da revista *New Trends in Qualitative Research*. Os seus interesses de investigação incidem sobre a utilização de tecnologias na investigação, incluindo a inteligência artificial, a ética, os métodos mistos e a curadoria de dados. Foi distinguido, em 2023, com menção honrosa no Prémio Investigador da Universidade de Aveiro.

**Paulo Moura Oliveira**, Professor Associado com Agregação no Departamento de Engenharia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. É investigador sénior no INESC-TEC e possui formação na área da Engenharia Eletrotécnica, com doutoramento em Engenharia de Controlo pela Universidade de Salford, no Reino Unido. A sua investigação centra-se nas áreas do controlo automático de sistemas, inteligência artificial, computação evolucionária e otimização, no contexto da resolução de problemas em engenharia. É autor de mais de 200 publicações científicas com revisão por pares.