

Inven!RA: Um contributo para plataformas alinhadas com a Transformação Digital na Educação

Inven!RA: a contribution towards platforms aligned with Digital Transformation in Education

Eliane Schlemmer ¹; Leonel Morgado ²

Resumo. As transformações sociais potenciadas pelo desenvolvimento tecnológico mais foram impulsionadas pela pandemia COVID-19 e pela rápida expansão da inteligência artificial generativa. Na educação, estes impulsos mais evidenciaram barreiras ao reconhecimento e abraço dessas transformações. Uma dessas barreiras é a circunstância de as plataformas digitais atuais reproduzirem ou encorajarem processos pré-digitais de ensino e de aprendizagem. Para potenciar transformações na Educação, precisamos de tecnologias não reprodutoras dos processos atuais, que instiguem os intervenientes (professores, estudantes, administrativos, decisores) à mudança, em vez de os condicionar. O desafio está na conceção de plataformas tecnológicas que sustentem novas metodologias pedagógicas: estratégias e práticas e atos concretos fundamentados em epistemologias que se sustentem em intervenções mútuas, reticulares, de pessoas e tecnologias, em espaços digitais e físicos. Metodologias que ambicionem a complexidade cognitiva, assumindo a natureza hipercomplexa dos contextos atuais. As tecnologias educativas precisam por isso de estar alinhadas com as novas epistemologias, com as novas metodologias pedagógicas e as suas concretizações. Neste trabalho, apresentamos uma proposta de arquitetura tecnológica alinhada com a transformação digital da educação: a Inven!RA, que visa orientar a produção de plataformas de interação ecológica em ecossistemas cognitivos, em redes hipercomplexas de participantes humanos e não humanos, onde ocorrem o ensino e a aprendizagem.

Palavras-chave: Educação Digital; Transformação Digital; Arquitetura de Sistemas; Plataforma Digital; Ecossistema Cognitivo

Abstract. The social transformations empowered by technological development were further accelerated by the COVID-19 pandemic and the rapid expansion of generative artificial intelligence. In education, these drivers have highlighted barriers to the acknowledgment and embracing of such transformations. One such barrier is the circumstance that current digital platforms replicate or encourage pre-digital teaching and learning processes. To foster transformative changes in education, we need technologies that do not merely reproduce current processes, but rather inspire stakeholders (teachers, students, administrators, decision-makers) to change, rather than bind them. The challenge lies in designing technological platforms that support new pedagogical methodologies: strategies, practices, and concrete acts grounded in epistemologies that rely on mutual, networked interventions of people and technologies

¹ UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil & INESC TEC, Porto, Portugal

² LE@D, CIAC, CEG, Universidade Aberta, Lisboa, Portugal & INESC TEC, Porto, Portugal

in both digital and physical spaces. Methodologies that aspire to cognitive complexity, acknowledging the hypercomplex nature of current contexts. Educational technologies must therefore be aligned with new epistemologies, with new pedagogical methodologies, and their implementations. In this work, we present a proposal for a technological architecture aligned with the digital transformation of education: Inven!RA, which aims to guide the production of ecological interaction platforms in cognitive ecosystems, within hypercomplex networks of human and non-human participants, where teaching and learning occur.

Keywords: Digital Education; Digital Transformation; System Architecture; Digital Platform; Cognitive Ecosystem

I. INTRODUÇÃO

Vivemos, antes, durante e após a educação formal, numa realidade hiperconetada (Floridi, 2015): cada pulsação, cada fôlego, decorre em paralelo com transmissões entre o nosso *smartphone* e serviços digitais. Mais ainda: cada cidadão em redor, cada máquina com que nos deparamos, assim interage. Sistemas longínquos se interligam e decidem com base em dados de todos e de tudo: até as nuvens que satélites capturam são processadas por algoritmos de previsão climática que nos levam a decidir sobre um trajeto ou a desistir dele – determinam comportamentos e atitudes do mundo. Ou seja, o físico, o biológico e o digital misturados, hibridizados, em osmose.

Esta realidade hiperconetada transcende a perspetiva humana: inclui elementos biológicos e tecnológicos, e hiperobjetos: entidades complexas e multifacetadas como a biodiversidade, as cidades, o clima, a Internet (Morton, 2013). É uma realidade de entidades ativas: não somos, humanos, os únicos seres ativos e comunicantes no planeta. Vírus, florestas e mesmo a geofísica, clima e ecologia, algoritmos e inteligências artificiais em cointeligência conosco (Mollick, 2024), e também sensores e atuadores, triviais ou complexos, tudo são entidades ativas e intercomunicantes (di Felice, 2020). Nesta realidade, cada entidade não age por si só, não cria a realidade por si só: há “simbiose da criação” onde cada entidade cria o mundo com as outras. Isto foi sintetizado por Haraway no termo “simpoiese” (2016).

Em coerência, educar nesta e para esta realidade hiperconetada, simpoiética, requer assumi-la e abraçá-la. Ou seja, requer um paradigma educacional que assuma e abrace a hiperconetividade. Este é o problema e desafio que nos guia, porque a generalidade das perspetivas educativas tem focos específicos: no humano que aprende, no objeto físico, biológico ou tecnológico que veicula o conhecimento, na relação entre ambos. Mesmo quando o foco específico das perspetivas se substitui pelas conexões, caso do conetivismo (Downes, 2022), o fulcro humano dessas conexões mantém-se.

Para que um paradigma educativo assuma e abrace a globalidade desta realidade hiperconetada, simpoiética, tem de considerar o ser humano como uma entidade entre

muitas outras: outras entidades biológicas (não humanas), entidades tecnológicas e entidades complexas, todas articuladas em rede. Não deverá estar focado nos sujeitos, nem nos objetos, nem apenas nas ligações entre humanos. Todas estas entidades se articulam continuamente, formando uma ecologia, em vez de dualismos sujeito-objeto, pelo que podemos resumir o desafio de um tal paradigma na seguinte formulação: a superação de uma visão antropocêntrica dualista para habitar uma era ecológica.

Respondendo a este desafio, para ser concretizado na educação, um paradigma educativo tem de se articular com elementos que formam um sistema teórico-metodológico (Dmitrenko et al., 2015): as epistemologias, as metodologias, e as abordagens pedagógicas concretas. Ou, numa perspetiva mais pragmática de aplicação no terreno, um paradigma articula-se com estratégias, práticas e atos concretos (Beck et al., 2024). Então estes elementos terão, também, de ser coerentes com esta perspetiva ecológica: hipercomplexa, hiperconetiva, simpoiética. Professores, alunos, materiais, conceitos, competências, instrumentos, escolas, espaços, cidades, tecnologias e hiperobjetos, todos são interatuantes e estão interdependentes. Todos são participantes, reconhecidos como tal nas epistemologias, metodologias e abordagens; e também por isso nas estratégias, nas práticas e nos atos. Um exemplo de contributo coerente com esta perspetiva é a política cognitiva de Kastrup (1997a), que encara a cognição enquanto relação recíproca entre o mundo e o conhecimento. Outros contributos se vão multiplicando na literatura, com perspetivas pedagógicas diversas, emergindo à medida que no mundo moderno se evidencia a hiperconetividade: por exemplo, a educação digital, que considera difusa a fronteira entre os mundos digital e físico (Dillenbourg, 2016); a educação híbrida e multimodal (Schlemmer, 2016); as aprendizagens móvel, pervasiva e ubíqua (Peña-Ayala & Cárdenas, 2016); as abordagens que visam explorar as dinâmicas tecnológicas emergentes por via de jogos ou de ludificação (Plass et al., 2015); a aprendizagem imersiva, combinando tecnologia, narrativa e agência (Mystakidis & Lympouridis, 2023); a cointeligências enquanto interlocutores (Mollick, 2024) ou ainda o Paradigma da Educação OnLIFE (Schlemmer, di Felice, et al., 2020), direcionado especificamente à hiperconetividade.

A perspetiva que apresentamos é que a preponderância, nessas propostas pedagógicas, do papel ativo das tecnologias digitais, não é uma mera circunstância. Partimos do argumento de di Felice (2020) de que a digitalização potencia a hiperconetividade de forma mais notória, porque promove a transubstanciação dos elementos da realidade. Ou seja, as tecnologias digitais, agentes desta digitalização, dão a cada parte da rede mais perceção da sua existência e mais capacidade de participar. Exemplificando com aspetos mais concretos da educação: consideremos o uso de dispositivos móveis conectados por redes sem fios, dispositivos que contêm sensores (incluindo de geolocalização), hoje na posse corrente de cada indivíduo. Esses dispositivos permitem que os estudantes e professores possam perceber a realidade local e remota de múltiplas formas, combinando e sobrepondo dados das pessoas, dos objetos, dos locais, das entidades complexas ambientais e situações (Schlemmer, 2016). E esses dispositivos agem sem necessidade de iniciativa humana: algo tão simples como alertarem que estão

com pouca bateria afeta a decisão do portador: poupar bateria, reformulando os seus atos, ou não o fazer, assumindo a perda de conectividade próxima, ou planejar a forma de colmatar a circunstância. O mundo exterior, afetando múltiplos sistemas ou por eles detetado, gerará notificações ou alterações das informações presentes ou dos atos iniciados pelos dispositivos, alcançando desta forma os seres humanos que os transportam. Consequentemente, as tecnologias digitais estão preponderantes nas propostas pedagógicas que vêm emergindo, acima referidas, porque são essas tecnologias que fazem mais do que ser apenas uma infraestrutura tecnológica: pela transubstanciação de di Felice (2017) viabilizam as conexões profundas e complexas. Viabilizam essas conexões ao nível da percepção cognitiva dos indivíduos e possibilitam a participação ubíqua nesta realidade hiperconetada (Jenkins & Deuze, 2008).

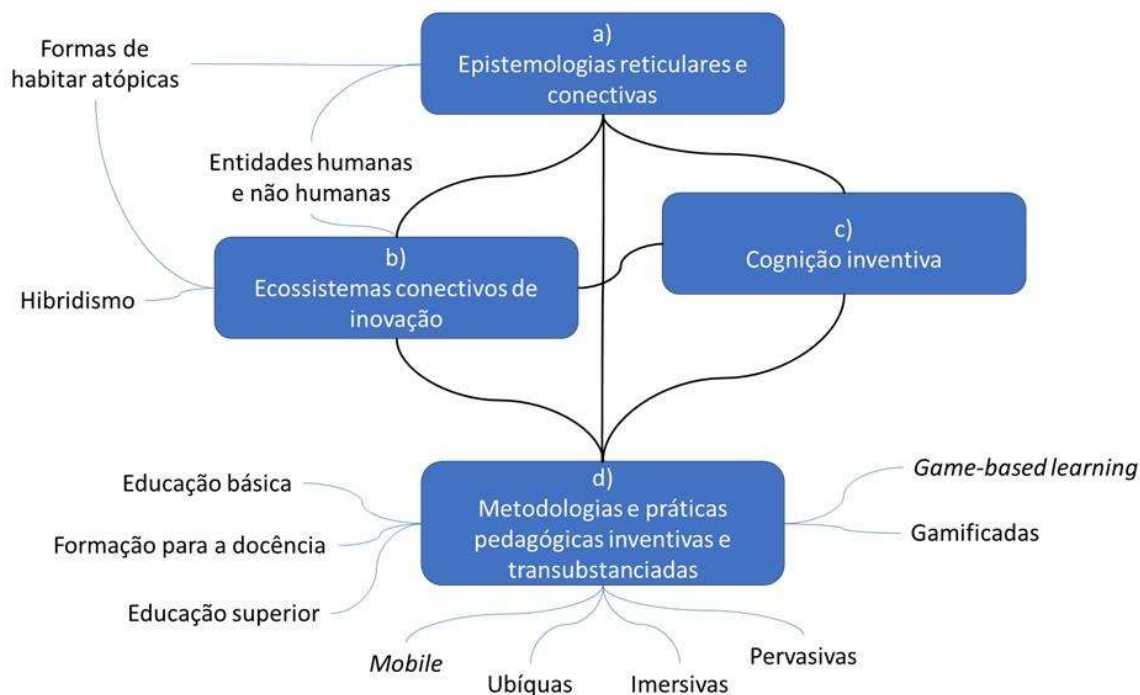
A perspetiva do Paradigma da Educação OnLIFE (Schlemmer, di Felice, et al., 2020), como se referiu, abraça esta visão da realidade como hiperconetiva (tudo ligado a tudo) e simpoiética (tudo criando em conjunto). Vê o ensino e a aprendizagem como fenómenos que emergem de atos entre todas as entidades, umas humanas, outras orgânicas não humanas, outras nem sequer orgânicas, como se explicitou acima. O que é o mesmo que dizer que os fenómenos do ensino e da aprendizagem emergem de atos conectivos transorgânicos. Como esta interligação transorgânica (a transubstanciação de di Felice) é potenciada pelas tecnologias digitais em rede, a Educação OnLIFE dá-lhes o relevo preponderante correspondente: na arquitetura educacional, no currículo, nas pedagogias, nas metodologias, nas estratégias, nas práticas, nos atos, nos conteúdos.

É neste contexto de hiperconetividade e digitalização que reside, consequentemente, um dos desafios da educação mais significativos do presente.

II. ABORDAGEM AO PROBLEMA: CRUZAMENTO CONCEPTUAL E PRÁTICA REFLEXIVA

Dar resposta prática à complexidade vertida na fundamentação anterior enquadra-se nos designados “problemas malvados” – no original, *wicked problems* (Rittel & Webber, 1973): elusivos, complexos e que se transformam em resposta à própria intervenção que equivocadamente almeje a sua resolução direta. Adotámos, por isso, uma abordagem de análise e intervenção progressiva, que nos permitisse compreender e interpretar progressivamente este problema e os contornos da sua possível resolução, perseguindo uma melhoria quer das metodologias e práticas, quer das formas de operacionalizar intervenções pedagógicas no terreno, quer dos meios que possibilitem que umas se revejam ou influenciem as outras. Atuamos, por isso, numa tríade investigação-desenvolvimento-formação.

Figura 1. Rede conceptual de abordagem ao problema.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Esta dinâmica de investigação, enquanto abordagem consciente da natureza complexa do problema, nasceu no contacto com plataformas sociais no início do milénio (incluindo os mundos virtuais de então). A sua exploração revelou a natureza destas plataformas, para o ensino e aprendizagem, enquanto espaços híbridos e multimodais (ou seja, que combinam aspetos presenciais e online, síncronos e assíncronos, conjugados e distribuídos, etc.). Essa exploração levou-nos ainda ao debate sobre a natureza do conhecimento e a sua construção em rede, redundando na rede conceptual que se consolidou para abordarmos esta problemática (Fig. 1). A tríade suportada por esta rede conceptual ajuda-nos a compreender as transformações exigidas pela hiperconetividade e digitalização na educação.

Os quatro conceitos fundamentais da rede são:

a) As **epistemologias reticulares e conectivas**, que olham para as redes hipercomplexas de entidades interagentes, onde o conhecimento emerge do todo e não de pontos particulares: é atópico (di Felice, 2012);

b) Os **ecossistemas conectivos de inovação**, que encaram a educação como um ecossistema vivo e cognitivo, onde várias entidades estão interligadas e são interdependentes: humanas, não humanas e hiperobjetos (Capra, 1996; di Felice, 2012; Haraway, 2016; Latour, 2007; Morton, 2013);

c) a **cognição inventiva**, que encara o conhecimento como emergindo das intervenções no mundo das múltiplas entidades (múltiplas agências); um conhecimento

que leva cada entidade a inventar significado para si mesma e para a forma como encara o mundo e nele intervém; é por isso uma visão sobre a cognição na qual surgem permanentemente significados díspares, disruptivos (Kastrup, 1997b)

d) as **metodologias e práticas pedagógicas inventivas e transubstanciadas**, criadas ao longo dos anos para concretizar no terreno os conceitos anteriores, desenvolvidas em contextos de Educação Básica, Ensino Superior e Formação para a Docência, envolvendo princípios de ludificação, de aprendizagem baseada em jogos, aprendizagem imersiva, *mobile*, ubíqua e pervasiva – como as originadas pelos mundos virtuais, que catalisaram este processo, ao longo de diversos trabalhos (Morgado, 2022; Schlemmer, 2016; Schlemmer, Morgado, et al., 2020).

O primeiro desses conceitos (a) parte de um olhar sobre as redes digitais como portadoras de complexidade: ou seja, as características e fenómenos das redes digitais são mais do que o que se encontra individualmente em cada uma das suas partes (Doolittle, 2014). Mas além da natureza complexa, este conceito (a) denota que as redes digitais são compostas por outras redes, elas mesmas complexas: por isso as redes digitais são um fenómeno hipercomplexo (Fernandes et al., 2019). Cada ato numa rede hipercomplexa é inédito e irrepetível: os seus efeitos emergem, em vez de serem consequências previsíveis, pois dependem das mais ínfimas diferenças de condições iniciais e da sua história (di Felice, 2020; Lorenz, 2008). Encarando as redes hipercomplexas enquanto bases do conhecimento, através das conexões entre as suas entidades (di Felice, 2017), designam-se estas epistemologias como sendo reticulares e conectivas (di Felice, 2012). Consequentemente, o conhecimento é emergente do todo, não sendo por isso determinístico nem previsível. Em particular, não está num local no espaço nem no tempo, ou seja, o conhecimento é atópico (di Felice, 2009).

O segundo destes conceitos (b) é que as redes hipercomplexas, das quais emerge o conhecimento atópico, são compostas por uma diversidade de entidades, além dos seres humanos. Nelas se cruzam aspetos multifacetados, por ex., psicológicos, biológicos, físicos, sociais, culturais (Capra, 1996). Não somente por parte apenas de entidades humanas, mas também não humanas, sejam elas biológicas, tecnológicas ou outras (Latour, 2007), inclusivamente hiperobjetos: entidades complexas e multifacetadas como a biodiversidade, as cidades, o clima, ou a Internet (Morton, 2013); Organizações, governos, empresas, cidades, comunidades, plataformas tecnológicas, sistemas informáticos, meios de comunicação, organismos biológicos, etc. (di Felice, 2017, 2020) – no mundo atual, incluem-se as inteligências artificiais, as dinâmicas da transformação digital e da Internet das Coisas, os enxames de automatismos. Mais do que apenas serem redes, são ecossistemas, onde cada entidade interage com o todo e dele depende, numa relação de simpoiese (Haraway, 2016), ou seja, de criação conjunta.

Este conceito (b) liga-se ao anterior (a) de visão emergente do conhecimento, destacando-se o fator preponderante da digitalização como potenciadora de maior interligação, interação e interdependência nestas redes consideradas ecossistemas:

A atopia não é um não lugar. A atopia não é um novo tipo de espaço, nem um território simulacro, nem poderia ser definida inteiramente como uma pós-territorialidade, no sentido único do superamento das formas físicas e geográficas do espaço. Melhor seria defini-la como a substituição destas por uma forma informativa digital e transorgânica, cujos elementos constitutivos são as tecnologias informativas digitais, os ecossistemas informativos elaborados pelos sistemas informativos geográficos e territoriais e as redes sociais, compostas pela fusão de coletivos inteligentes e pelas formas híbridas do dinamismo das linguagens transorgânicas. O habitar atópico se configura, assim como a hibridação, transitória e fluida, de corpos, tecnologia e paisagem, e como o advento de uma nova tipologia de ecossistema, nem orgânica, nem inorgânica, nem estática, nem delimitável, mas informativa e imaterial (di Felice, 2009, p. 291).

Consequentemente, combinando estes conceitos, a educação constitui-se como ecossistema cognitivo, no qual a inteligência humana é apenas uma entre outras inteligências interdependentes e interagentes, entre si e com as demais entidades que compõem o ecossistema. A lógica da educação como sendo unicamente sobre humanos cede lugar a uma lógica de interligação, interação e interdependência entre diferentes entidades, entre diferentes inteligências.

O terceiro conceito (c) é que como a natureza e origem do conhecimento mudaram, então a sua aquisição e compreensão também mudaram (iremos mudar estes termos, no final deste parágrafo): há uma nova concepção de cognição. Se o conhecimento emerge destas redes, ecossistemas de diversas entidades, através de atos conectivos transorgânicos, então a cognição consiste na participação nesses ecossistemas. Cada entidade atua nestes ecossistemas e interpreta-os, sendo esta dinâmica, "ação-interpretação" a nova forma de cognição. Mais do que "adquirir" ou "compreender", termos que acima usamos provisoriamente, esta nova cognição faz emergir o conhecimento como propriedade global da intervenção na rede, ou seja, trata-se de cognição enativa (Kastrup, 1997b; Varela et al., 2016).

Esta visão da cognição como dinâmicas globais do ecossistema, onde emerge o conhecimento, mina a legitimidade de a conceber como uma ação cognitiva individual, autónoma: o sentido representacional desaparece. Consequentemente, a cognição na perspectiva de um indivíduo, de uma inteligência artificial, de uma organização ou de qualquer outra entidade (ínfimas partes do ecossistema) passa a ser uma atuação pragmática. Ou, na visão de Kastrup (1997b), uma "agência performativa", em que conhecer é fazer e interpretar, e vice-versa. Aprender, por isso, não é adquirir factos ou competências para se adequar ao mundo, mas sim, agenciar-se eficazmente com ele: uma agência corporificada (Varela et al., 2016). Ao fazer e interpretar, nesta relação com o ecossistema, cada entidade também se faz, se renova a si própria, se interpreta a si própria. Portanto, a cognição nesta perspectiva é também uma reinterpretação de si mesmo e uma reinvenção de si mesmo, não apenas do resto do ecossistema: cognição inventiva (Kastrup, 1997a).

Um corolário desta visão sobre a cognição é que aprender implica modificar relacionamentos entre as entidades, enquanto dinâmica global do ecossistema. O

aprendiz cria permanentemente algo na sua relação com o ecossistema, reinventando e reinterpretando. Por exemplo, estreitando ou enriquecendo ligações entre si e outras entidades, ou afastando-as e eliminando-as, ou alterando a dinâmica de articulação entre outras entidades, numa infinidade de intervenções possíveis.

O melhor aprendiz não é aquele que aborda o mundo por meio de hábitos cristalizados, mas o que consegue permanecer sempre em processo de aprendizagem, que pode ser entendido também como desaprendizagem permanente. Ou seja, aprender é experimentar incessantemente, é fugir ao controle da representação, ... impedir que a aprendizagem forme hábitos cristalizados... é estar atento às variações contínuas e às rápidas ressonâncias, implicando simultaneamente, certa desatenção aos esquemas práticos de reconhecimento (Kastrup, 1997a).

A quarta e última perspectiva (d) emerge dos nossos esforços no terreno em concretizações pragmáticas dos conceitos (a), (b) e (c). Foram concebidas, desenvolvidas, acompanhadas e estudadas metodologias, estratégias e práticas pedagógicas que os mobilizaram. Estes esforços, eles mesmos, assumem as perspectivas anteriores: agir e interpretar o ecossistema, criando mudanças nas nossas relações com outras entidades, como alunos, escolas, técnicos de apoio, plataformas tecnológicas, por exemplo. Também se introduziram mudanças nas interações e interpretações dessas entidades entre si. Desde logo a introduzir-se explicitamente na formação para a docência novas práticas e novos conceitos sobre o conhecimento, a cognição e a aprendizagem, que agem diretamente sobre o que as entidades fazem e interpretam. Mas também ao olhar desta forma para a concretização dessas metodologias, estratégias e práticas na educação básica e na educação superior. Referem-se apenas alguns exemplos decorrentes deste esforço: as metodologias PAG-Projetos de Aprendizagem Gamificados e BVER-Biblioteca Viva Ecológica Reticular (Lehmann, 2022), a abordagem didática e-SimProgramming (Pedrosa et al., 2022) e várias práticas pedagógicas, como: Mobile/Ubiquitous/Pervasive Extended Reality Gamification (MUP-ERG), "Contextual Hybrid Escape" (CHE) ou Inventive iMmERsive Gamification Experience (iMERGE), concretizadas em iniciativas como "Fantasmas no Museu", "In Vino Veritas" (Schlemmer & Moreira, 2022), "Alice no labirinto da aprendizagem" e "Nos Rastros da Cidade de Itabaiana" (de Lima et al., 2023); Ágora do Saber e MOBinvent (de Lima, 2021); ou a visão da imersão como lente interpretativa da aprendizagem enquanto fenómeno emergente do sistema, da narrativa e da agência e instrumento orientador de formas de intervir transformadoras (Morgado, 2022).

III. A NECESSIDADE DE PLATAFORMAS ALINHADAS COM A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Os esforços apresentados na secção anterior, de concretização de conceitos teóricos em estratégias, práticas e atos pedagógicos concretos, abraçando e assumindo a complexidade do ecossistema, evidenciaram limitações de praticabilidade. Do ponto de vista humano, exigem muito tempo e esforço docente. Essa limitação não é combatida pelas plataformas tecnológicas atuais, mas antes até acrescida, dado que as próprias

plataformas encaminham para as práticas tradicionais. Nasceu dessa constatação o desafio de conceção de plataformas alinhadas nos seus princípios com esta visão ecossistémica: plataformas de interação ecológica. Ou seja, plataformas com o objetivo direto de apoiar o desenvolvimento de abordagens educativas deste género.

Seguindo a perspetiva ecológica apresentada nas secções anteriores, tenhamos presente que as próprias plataformas digitais são entidades do ecossistema cognitivo. Dentro dessa grande rede hipercomplexa, as plataformas digitais são elas mesmas redes complexas, compostas de entidades interdependentes, que se adaptam e mudam. Enquanto entre entidades orgânicas temos intercâmbio de informação através de energia e matéria, nas plataformas digitais as entidades intercambiam igualmente informação, recorrendo a dados digitais. Na informática, a visão atual dos sistemas de informação chama às primeiras “agentes de carbono” (pessoas, plantas) e às segundas “agentes de silício”, encarando esta interligação entre plataformas digitais e sistemas biológicos como formando organizações que são entidades biónicas (Tribolet & Guerreiro, 2021) – um conceito coerente com a visão transorgânica que adotamos.

A transformação promovida pelas plataformas digitais decorre desta sua inclusão no ecossistema. Interação com as restantes entidades não humanas e humanas desse ecossistema, numa relação interdependente que o transforma. Esta transformação pode ser sustentada, progressiva, ou como ocorreu nos casos conhecidos da Uber e da Airbnb ser disruptiva, quando a inovação abarca elementos periféricos ou introduz elementos novos, e acaba por se testemunhar a tomada de poder destes sobre os elementos anteriormente preponderantes (Geissinger et al., 2020).

Na educação, o desenvolvimento e adoção de plataformas digitais é uma realidade em expansão e que foi acelerada pelo contexto de pandemia COVID-19, devido às então necessidades de isolamento físico. Tais plataformas dão corpo a visões sobre o conhecimento e a cognição: proporcionam o ambiente para as interações, para produção e partilha de elementos. Isto ainda que não considerássemos a sua capacidade de iniciativa ou os seus automatismos: quaisquer plataformas tecnológicas possibilitam ou facilitam certo tipo de atos, encorajando-os; impossibilitam ou dificultam outros, desencorajando-os. Assim, as plataformas não são apenas ferramentas passivas empregues por outras entidades do ecossistema cognitivo: pelo contrário, também exercem agência. Ou seja, são entidades do ecossistema, interpretando e interagindo com as outras. Ao considerarmos nas plataformas tecnológicas os automatismos e a capacidade de iniciativa, inclusivamente considerando já a inteligência artificial, esta natureza não se modifica, apenas se torna mais evidente.

Consequentemente, debater transformações nas estratégias, práticas e atos pedagógicos com plataformas digitais, sem reconhecer que essas plataformas são entidades com agência no ecossistema, é ter um debate míope. O nosso espaço de vivência transforma-nos, e assim o fazem também as plataformas. A sua estrutura, as suas capacidades, tudo contribui para modificar os nossos papéis e objetivos.

Consequentemente, empoderar a transformação digital, na sua relação com a educação, exige este reconhecimento. As atuais plataformas educativas, concebidas para os papéis de uma era anterior, têm de se modificar, evoluir ou ser substituídas – sob risco de conformarem a própria transformação emergente aos objetivos antigos.

Para compreender como poderiam evoluir as plataformas digitais na educação para apoiar as transformações, recorreremos ao quadro conceptual de Schlemmer & di Felice (2020), que apresentou uma tipologia de quatro modelos, defendendo a necessidade de criar o último deles: Plataformas de Disponibilização e Acesso a Conteúdo, Plataformas Interativas, Plataformas de Mundo Aberto e Plataformas de Interação Ecológica.

As Plataformas de Disponibilização e Acesso a Conteúdo emergem no contexto da Web 1.0 e têm a sua expressão nos primeiros ambientes virtuais de aprendizagem (VLE, *Virtual Learning Environments*) como a Virtual-U (Harasim, 1999). Sistemas fechados, constituídos por um conjunto de ferramentas centradas na disponibilização e gestão da informação (conteúdos estáticos, predominantemente textuais) e na proposição de tarefas/exercícios/testes/provas pelo professor. Ao estudante cabia aceder-lhes, consumir a informação e executar as tarefas. Essas plataformas facilitavam a transposição da organização e da estruturação do ensino em disciplinas e sequência de aulas, caracterizando um ensino frontal, cujo processo comunicacional é unidirecional (do professor para os estudantes). Operavam na perspetiva de uma pedagogia diretiva apoiada em teorias comportamentalistas, fundadas em epistemologia empirista. Nessas plataformas, tanto o ensinar, quanto o aprender, estavam condicionados a uma relação de uso, de consumo da informação pré-existente, numa perspetiva antropocêntrica: só o humano era considerado recetáculo do conhecimento, como agente cognitivo.

As Plataformas Interativas emergem no âmbito da Web 2.0, a qual além de conectar computadores, passou a conectar também pessoas: possibilitou-lhes, além do acesso e consumo de informação, produzir conteúdo na rede, rompendo com a separação entre atos de produção e de consumo, uma vez que todos podiam ser produtores, consumidores e coprodutores. São arquétipos desta era plataformas como os blogues, a Wikipédia ou o Facebook, entre outras, bem como as especificamente com propósitos de apoio à educação como os *Learning Management Systems* (LMS), sendo o Moodle um exemplo habitual. Estas plataformas LMS incorporaram elementos da Web 2.0, possibilitando que professores criassem e estruturassem conteúdo e houvesse algum nível de autoria pelos estudantes. Permitiram ainda o acompanhamento dos rastros deixados durante a interação, como elementos para o professor reorientar a prática pedagógica, na perspetiva do desenvolvimento de uma pedagogia mais relacional, fundamentada numa epistemologia interacionista. Contudo, a prática, muitas vezes, mantém-se centrada em pedagogias diretivas, apoiadas em teorias comportamentalistas e fundadas na conceção epistemológica empirista: não é inusual as plataformas LMS limitarem-se a ser repositório de materiais instrucionais, à imagem das anteriores VLE. Embora no contexto da Web 2.0 emergja a agência de entidades não humanas, os

processos de ensino e de aprendizagem das plataformas LMS mantêm-se focados numa visão de mundo antropocêntrica.

As Plataformas de Mundo Aberto (mundos virtuais) por sua vez, emergem na sua pujança social em meados da primeira década do séc. XXI, através de sistemas como o Activeworlds, o Second Life, o OpenSimulator e outros. Surgem no contexto da interligação à Web de interfaces alternativas ao navegador tradicional, proporcionando ambientes 3D, com formas de interação comuns ao universo dos videojogos. Como se referiu, as plataformas anteriores conectavam pessoas e constituíam espaços para criação. Nelas, a presença de outras entidades decorre de vestígios das suas ações (por ex., *posts* em fóruns) ou de etiquetas que anunciam a eventual disponibilidade de outras pessoas para interagir. Já nas plataformas de mundo aberto, a forma de as habitar releva a sensação de presença do humano. Nelas, um corpo passa a ser a metáfora de interação. É através de um corpo digital (“avatar”) que o humano interage com o mundo virtual como parte desse próprio mundo – e permite que o mundo virtual interaja com ele (Morgado, 2009). Este conceito de presença virtual dentro do mundo nascera bem antes, nos sistemas textuais MUD, originários do final dos anos 1970 e já descritos enquanto práticas educativas abertas e criativas nos anos 1990 (Turkle, 1998), mas emergiram na sua plenitude dez anos depois, nessa era do início do século. Existem, obviamente, plataformas com este paradigma de interação que são fechadas à modificação e criação, e outras que são abertas. Consideramos que para a educação são particularmente relevantes estas últimas, pelas dinâmicas que permitem, no nosso posicionamento de alinhamento com a transformação digital na educação. Os professores e estudantes habitam essas plataformas de mundo aberto que propiciam um alto nível de interação mútua, autoria, coautoria e presença.

As Plataformas de Interação Ecológica terão de emergir. Terão de responder ao contexto da hiperconetividade anteriormente descrito, de uma realidade hiperconetada em que tudo pode se comunicar e interagir enquanto ecossistema cognitivo. Estas plataformas terão de contribuir para a agência ativa neste ecossistema, interpretando e interagindo, por parte não somente dos humanos, mas também da diversidade de tecnologias digitais em rede, inteligentes ou não. Numa perspetiva educacional, as Plataformas de Interação Ecológica terão de favorecer a participação ativa das entidades num contexto onde o ser humano, conectado a inteligências e entidades diversas, é um coprodutor, um cointerpretador. Um contexto onde todas as entidades habitam o ecossistema cognitivo, onde o conhecimento emerge do todo, de forma atópica, não de partes particulares. Assim, estas plataformas contribuirão para a superação da visão antropocêntrica do mundo e para a emergência da visão ecossistémica (Schlemmer & di Felice, 2020).

Tais plataformas terão a capacidade de provocar movimentos disruptivos na Educação, instigando-nos a pensar em termos de pedagogias fundamentadas em epistemologias reticulares e conectivas. Ao estarem alinhadas com a transformação digital na educação, as plataformas de interação ecológica precisarão inevitavelmente de se articular com uma nova política cognitiva em educação. Isso implicará mudanças profundas no

funcionamento das instituições educativas, não apenas nas abordagens pedagógicas, mas também nos objetivos, e conseqüentemente nas ofertas e na gestão. Um exemplo de política cognitiva a este nível é a já referida proposta do Paradigma da Educação OnLIFE (Schlemmer, di Felice, et al., 2020), sendo que certamente veremos emergir uma multiplicidade de contributos no debate mundial nesta área.

IV. INVEN!RA: UM CONTRIBUTO PARA PLATAFORMAS ALINHADAS COM A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A. Conceção

A proposta de uma arquitetura para Plataformas de Interação Ecológica emerge da necessidade identificada e defendida nas secções anteriores. O nome "Inven!RA" reflete seu conceito de viabilização de agência **Inventiva**, onde o conhecimento (!) emerge em ecossistemas **Reticulares**, de forma **Atópica**.

Surgiu da iteração de atividades de conceção, ao longo de três etapas:

1. Oficina de conceção e ideação
2. Fundamentação teórica
3. Conceção educativo-tecnológica

B. Etapa 1 - Oficina de conceção e ideação

A primeira etapa de conceção da arquitetura Inven!RA foi uma oficina de conceção e ideação, entre janeiro e março de 2019. Participaram dos encontros membros da equipa de investigação (professores, investigadores e seus doutorandos) utilizando a rede conceptual de abordagem ao problema (Fig. 1).

Emergiu uma metáfora de multiverso: vários "universos" com muitos mundos em cada um; cada mundo com objetos e relações que representariam conhecimento formal e informal. Tais "mundos" poderão ser especificações de saberes, de metodologias inventivas e práticas pedagógicas simpoiéticas: inventivas, imersivas, OnLIFE, fundamentadas nas epistemologias reticulares e conectivas, favorecendo formas atópicas de cognição, habitando ecossistemas cognitivos ao ensinar e ao aprender.

Neste multiverso, cada entidade com agência (humana ou não) assume um papel. No papel de *Explorador*, coleta "objetos" para rastrear os seus próprios percursos. No papel de *Inventor*, cria mundos ou remistura os existentes em novas versões. Tanto no papel de *Inventor* quanto no de *Exploradores*, os participantes possuem uma "mochila" onde podem guardar "objetos" quando visitam os mundos, ou quando os hibridizam na criação de novos. Uma coleção de mundos forma um universo. Conforme as interações de Inventores são expandidas, novas versões deste universo surgem, ampliando-o para um multiverso. Sempre que Exploradores visitam mundos, deixam rastros. Constando destes

mundos “objetos” quer físicos, quer digitais, uma plataforma assim idealizada apoia a produção de conhecimento em atos conectivos transorgânicos, graças à criação e intervenção nestes multiversos.

Posteriormente à oficina, esta metáfora de multiverso foi a instigadora da criação do logótipo da Inven!RA, uma borboleta, simbolizando a metamorfose (educação como transformação) e, sobre ela, uma rede que evidencia um carácter transsubstanciado e conectivo. Ou seja, a borboleta, produto da metamorfose, constituída de matéria, pelos meios digitais se transubstancia em informação, que pela conectividade é partilhável, combinável... A borboleta Inven!RA simbolizando assim a educação enquanto transformação da rede faz ainda uma referência ao efeito borboleta, famosamente ilustrado pela indagação "O bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadeia um tornado no Texas?" (Lorenz, 1972). Uma vincada comunicação da imprevisibilidade que habita até mesmo os modelos matemáticos deterministas, no âmbito da designada teoria do caos. Esta nasceu da constatação de Lorenz de que, mesmo no domínio da física clássica, há sistemas (ditos “caóticos”) em que variações iniciais, ainda que minúsculas, geram consequências de tal forma complexas, que tornam a sua previsão inviável ou mesmo impossível, nada restando senão aguardar o passar do tempo para as constatar (Lorenz, 1963). Esta visão sobre sistemas dos quais emergem consequências não determináveis, ajuda-nos a refletir sobre os desafios da educação quando o conhecimento emerge, de forma não determinável, das interações complexas entre entidades do ecossistema.

C. Etapa 2 – Fundamentação teórica

O conceito emergido da oficina foi analisado segundo uma perspetiva epistemológica através das lentes teóricas da secção II deste trabalho. Emergiu dessa análise a necessidade crucial da arquitetura Inven!RA contribuir para a criação de Plataformas de Interação Ecológica (referidas na secção III), capazes de favorecer a criação conjunta, transorgânica, entre múltiplas entidades, inclusivamente das próprias metodologias e práticas pedagógicas.

Constatou-se nesta análise a emergência na proposta da oficina da Etapa 1 de termos específicos para os participantes na Inven!RA: em vez de termos como “professor” ou “aluno”, antes se refere um nivelamento dos participantes, que assumem transitoriamente papéis: ora como exploradores, ora como inventores. Cruzando esta proposta com as expectativas organizacionais e sociológicas da educação, destaca-se um impacto consequente no processo de avaliação: a relevância do acompanhamento dos rastros das interações (exploração e invenção), das recolhas de exploração e das criações em curso ou já realizadas. Existe neste foco nos rastros, no percurso, um paralelo com o deambulante, o *flâuner* de Benjamin (2009), através destes atos de navegar por mundos, interagir, coletar, gerar novos significados, partilhar e cocriar. Este paralelo leva-nos a recordar que andar de uma forma descomprometida pode, por um lado, deixar o explorador “perdido”, no sentido de alheamento, com anseio por orientação;

mas por outro também o deixa liberto, constituindo uma oportunidade para explorar e inovar.

Este conflito, esta tensão entre o alheamento e a oportunidade, incorpora o risco latente da sua resolução drástica: a opção de retrocesso aos processos tradicionais, combatendo o sentimento de alheamento. Emerge desta análise, portanto, a necessidade de que plataformas alinhadas com a transformação digital na educação encarem assertivamente esta tensão, proporcionando soluções que a obviem. Percursos promissores para tal, de uma perspetiva teórica poderão ser a adoção de abordagens promotoras da consciência situacional (*situation awareness*) dos participantes, um conceito originado na área da tomada de decisão em ambientes críticos, como o setor da pilotagem de aviões ou o setor militar (Endsley, 2000). Esta constatação teórica, aparentemente inesperada para a educação, nascida ela própria deste processo deambulante, exploratório, revela-se na verdade coerente com os princípios epistemológicos apresentados nas duas primeiras secções deste trabalho. De facto, nestas áreas, onde emergiu e se tem desenvolvido o conceito de consciência situacional, os participantes são permanentemente parte interativa, em constante interpretação e reformulação de um ecossistema complexo de múltiplas entidades com agência, humanas e não humanas, complexas e hipercomplexas.

D. Etapa 3 – Conceção educativo-tecnológica

Na continuidade das etapas anteriores, cruzámos as perspetivas nelas desenvolvidas com as possibilidades da sua concretização informática. Conforme se descreveu na etapa anterior, tornava-se necessário:

- a) apoiar a interação exploratória e criativa;
- b) permitir que os participantes assumam papéis diferentes, em diferentes momentos;
- c) ter, de forma clara, percursos, rastros dos participantes;
- d) sustentar a consciência situacional dos participantes.

Este cruzamento constatou a convergência entre estas necessidades e problemas de investigação em ambientes pervasivos e imersivos. Nestas áreas de tecnologia educativa, relata-se que os participantes se encontram igualmente “perdidos” – dir-se-ia mesmo “esmagados” pela perda de autonomia para decidir e agir em consciência, o que limita a intervenção do professor para proceder à orquestração pedagógica (Cardoso et al., 2020): é difícil planear o tempo e as tarefas, do professor e dos alunos; é difícil manter registo do que faz cada um; é difícil avaliar e proporcionar feedback (Marklund & Taylor, 2016).

Foi possível constatar também as vias emergentes nas ciências informáticas para resolução destes problemas. Em primeiro lugar (a) o apoio à interação exploratória e criativa através da área do desenvolvimento por utilizadores finais (Barricelli et al., 2019), que visa empoderar utilizadores sem formação técnica específica em informática, para

modificarem e criarem artefactos digitais, inclusivamente interativos ou envolvendo múltiplas plataformas tecnológicas (Sanctorum et al., 2020). Seguidamente (b) a viabilização de múltiplos papéis para os mesmos utilizadores, assegurando essa perspetiva na análise e especificação da arquitetura de sistemas de informação, recorrendo à área do desenvolvimento centrado no utilizador, onde é corrente o recurso a conceitos como perfis e *personas* (Ma & LeRouge, 2007), e também a técnicas de design participativo (Bødker et al., 2010).

Para dar resposta a (c), ter de forma clara percursos/rastos, constatámos a ligação à área dos *learning analytics*, definida originalmente por George Siemens, para a *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, como "a medição, recolha, análise e relatório de dados sobre o aprendentes e os seus contextos, com a finalidade de compreender e otimizar a aprendizagem e os ambientes em que ocorre" (Siemens, 2010). Numa perspetiva dos intervenientes clássicos (professores e alunos) este processo automatizado visa libertá-los de parte das tarefas administrativas e repetitivas, proporcionando-lhes mais tempo para uma intervenção pedagógica informada. Por fim, a resposta à necessidade (d), de sustentar a consciência situacional dos participantes alinha-se com a atuação das ciências informáticas a este nível na área do *Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)*, onde o conceito de consciência (*awareness*) é crucial, apoiando a agência informada e esclarecida de intervenientes em dinâmicas não lineares e complexas de interação e atuação. Nesta área, tem-se recentemente trabalhado não apenas as ferramentas e processos para proporcionar essa consciência a nível individual, mas a sua emergência em interações sociais e de grupos, "We-Awareness" (Tenenbergh et al., 2016).

E. A arquitetura Inven!RA para plataformas de interação ecológica

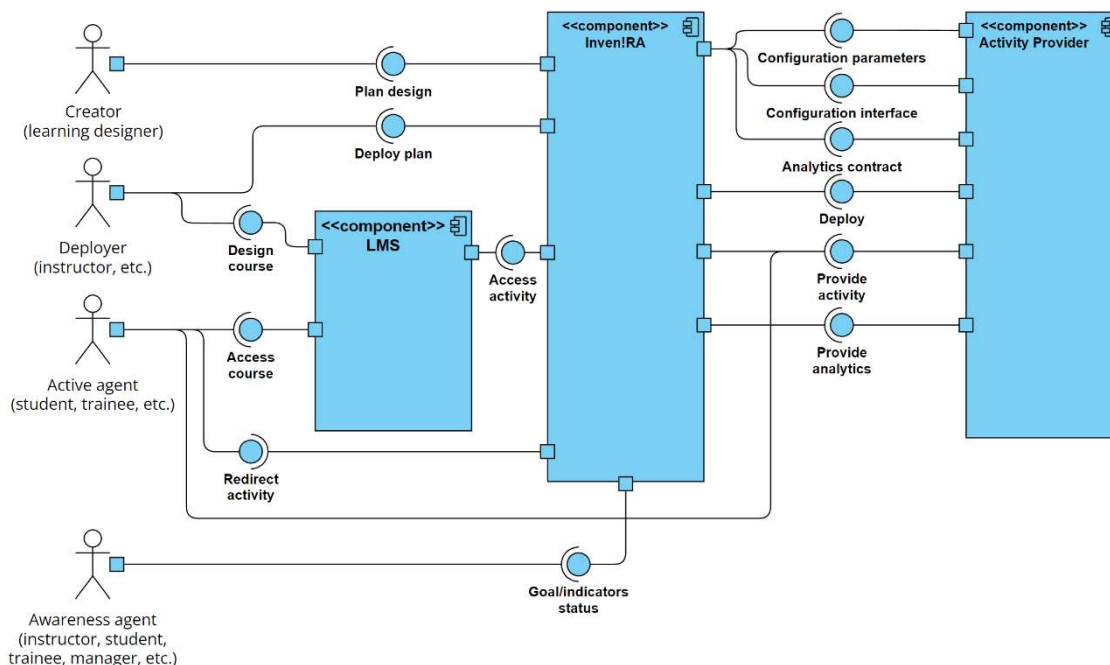
Resultou das etapas anteriores a proposta da arquitetura Inven!RA, através de iterações de *design science research* (Morgado et al., 2023). Esta arquitetura (Fig. 2) visa orientar o desenvolvimento de plataformas de interação ecológica, ou seja, que apoiem o desenvolvimento de estratégias, práticas e atos concretos em ecossistemas cognitivos.

Dada a natureza pervasiva dos sistemas tecnológicos, humanos e não humanos que intervêm nos ecossistemas cognitivos, assume-se como necessidade desta arquitetura que as diversas atividades possam ocorrer em tecnologias diversas, não concentradas, inclusivamente prestadas por organizações diferentes. Assume-se ainda o conjunto de necessidades identificadas nas secções anteriores, como a diversidade de perfis de intervenção, a necessidade de recolha e remistura a partir de diversas fontes. Desta forma, a arquitetura Inven!RA permite que haja diferentes interfaces para as entidades participantes, assegurando o diálogo e intercâmbio de informação. Este diálogo permite a recolha e tratamento de *analytics* para acompanhamento das atividades coerente com as novas formas de ensinar e aprender habitando um ecossistema cognitivo:

(...) o nosso objectivo não é ficar cego pelos contextos tradicionais das salas de aula, mas fornecer uma arquitetura suficientemente ampla para enfrentar qualquer

conjunto de atividades não convencionais, sendo o denominador comum que existem objetivos a atingir num determinado conjunto de atividades e (...) o acompanhamento do progresso dos utilizadores em direção a esses objetivos (...) (Cruzeiro, 2020, p. 20).

Figura 2. Diagrama de componentes da arquitetura Inven!RA.



Fonte: Morgado et al. (2023).

A concretização atual deste conceito (Morgado et al., 2023), apresentada na Fig. 2, preconiza a criação de planos de atividades inventivas (IAP, *Inventive Activities Plans*) por qualquer interveniente que assuma o papel de Criador/*Creator* e operacionalizados por qualquer interveniente que assuma o papel de Implantador/*Deployer* (ainda que esses papéis possam ser desempenhados pela mesma pessoa ou entidade). Ambos os papéis resultam de um desenvolvimento do papel de Inventor concebido na Etapa 1. Os IAP são criados por remistura de atividades alojadas externamente em “Fornecedores de Atividades” (*Activity Providers*). Estes mesmos IAP podem ser reproduzidos, remisturados e reaproveitados (Cruzeiro, 2020) pelos implantadores. O apoio à consciência situacional, detetado como desafio na etapa de fundamentação teórica, é suportado pela conexão de *analytics* a indicadores de acompanhamento flexíveis (objetivos, competências, metas, desafios, missões etc.) conforme os intuítos dos participantes (avaliação, autorregulação etc.). Isto quer para efeitos de orquestração pedagógica, quer para efeitos organizacionais de certificação, quer para tomada de decisão ou iniciativa de participantes em geral. Também aqui ocorreu uma especialização de um dos papéis concebidos na Etapa 1, no caso, o papel de Explorador, que surge desenvolvido em dois distintos: o Agente Ativo (*Active Agent*) que participa nas atividades e o Agente de Consciência (*Awareness Agent*) que visa tomar consciência da sua situação ou da de outros participantes (papéis que podem, tal como os restantes, ser desempenhados pela mesma pessoa ou entidade).

Finalmente, a arquitetura Inven!RA pressupõe que as atuais Plataformas Interativas (no sentido apresentado nas secções anteriores) possam ser parte do ecossistema cognitivo, simplesmente deixando de ser as diretoras e condicionantes da agência pedagógica. Conforme se pode constatar na Fig 2., os LMS surgem com “componente”: são um veículo para dar aos intervenientes acesso às atividades, fornecendo serviços de autenticação ou administração, não a espinha dorsal da estruturação pedagógica.

As implementações atuais de plataformas, recorrendo a esta arquitetura, têm-na concretizado considerando que cada caso de aplicação pode ter uma interface informática diferente, designada em jargão como *front-end* (Cruzeiro, 2020). Foram já criados *front-ends* para ensino de projetos de microeletrónica, para jogos sérios pervasivos georreferenciados e para atividades em laboratórios remotos de redes informáticas (Morgado et al., 2023). Estes *front-ends* abarcam apenas as funcionalidades de criação de IAP e de acompanhamento de *analytics*, recorrendo às plataformas interativas clássicas (LMS, no caso dessas implementações, o Moodle) para a integração organizacional da Inven!RA. Embora desenvolvidas em ambientes académicos de investigação, as atividades correspondentes a estes casos foram criadas como sistemas autónomos, como se implementados e disponibilizados por entidades terceiras (“Activity Provider”, como se referiu, no jargão da Inven!RA). A interligação entre os *Activity Providers* e os *front-ends* ocorre no coração tecnológico dos protótipos de plataformas que implementam a arquitetura – ou seja, no jargão informático, nos *back-ends* dessas plataformas. A versão mais atual (Morgado et al., 2023) está em funcionamento nas equipas do laboratório INESC TEC (www.inesctec.pt) e em evolução, dispondo de um servidor informático para potenciar o desenvolvimento sustentado de atividades de investigação que prossigam a produção de conhecimento nesta área.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenho de uma arquitetura de plataformas, no campo da educação, evidencia a compreensão que se tem de como o conhecimento é produzido, a qual se expressa nas funcionalidades que a arquitetura oferece para o desenvolvimento de práticas pedagógicas. A transformação digital da educação, através de plataformas criadas com base nesta arquitetura, reflete além da evolução das tecnologias digitais e dos tipos de conectividade, a compreensão do que é educação e de como os processos de ensino e de aprendizagem se desenvolvem. Embora tenha ocorrido uma evolução no âmbito do desenvolvimento de plataformas digitais na educação, a apropriação de plataformas de carácter mais disruptivo não ocorre facilmente pelas instituições, uma vez que as epistemologias, teorias de aprendizagem, metodologias e práticas pedagógicas e administrativas predominantes estão estreitamente ligadas às plataformas correntes, travando mutuamente a mudança se tentada de forma parcial.

Entretanto, as vivências que tivemos durante a pandemia, seguidas da expansão acelerada da inteligência artificial generativa, trouxeram novos desafios para as instituições educacionais, tal como as conhecemos, limitadas a um espaço geográfico

específico, com um currículo organizado em disciplinas isoladas, distribuídas num tempo síncrono de sala de aula, com metodologias e práticas que respondem a um ensino predominantemente frontal. Desafios esses que exigem a passagem de uma instituição de sala de aula para um ecossistema cognitivo: uma ecologia de plataformas, de dados, de acesso e coprodução de conteúdos de forma interativa. Ou seja, exigem uma mudança da aprendizagem de conteúdos para as conexões interativas, da aprendizagem individual para a aprendizagem interdependente, incluindo cointeligências (Mollick, 2024). Isso requer transformações estruturais profundas que implicam a própria ideia de conhecimento e uma nova política cognitiva na Educação.

Assim, quando referimos a imperiosa necessidade da criação de Plataformas de Interação Ecológica, essas não são compreendidas como meios ou ferramentas, não são “apoios” dos seres humanos numa relação de externalidade com algo que serve para reproduzirmos velhas formas de compreensão do mundo. Justamente por se produzirem novas formas de conexão, de comunicação e de interação entre entidades diversas, as Plataformas de Interação Ecológica têm de potencializar a criação de novas formas de estar, de habitar o ecossistema cognitivo, novas formas de ensinar e aprender. Têm de estar alinhadas com a transformação digital na educação, não esteio ou lastro dela.

Demos conta do nosso contributo para a produção destas plataformas: uma arquitetura informática para as concretizar, a Inven!RA, que viabiliza a criação, partilha, remistura e implantação de novos tipos de ecologias de atividades, novas formas de pensar o mundo, a sociedade e a educação, numa compreensão de ecossistema cognitivo onde o conhecimento consiste na intervenção na rede hipercomplexa de entidades que integram esse ecossistema.

Dado o seu grau de novidade, torna-se necessário desenvolver atividade de investigação para aferir as suas limitações e potencialidades efetivas, bem como caminhos para o seu desenvolvimento. Nomeadamente, desenvolver metodologias pedagógicas, certificativas e organizativas claras, que reconheçam os papéis e responsabilidades dos intervenientes, com vista à implementação clara no terreno (estratégias, práticas e atos concretos), encarando as plataformas como interveniente claro nessas metodologias e no ecossistema cognitivo. Essas metodologias são necessárias quer ao nível da planificação, quer da preparação, implementação e desenvolvimento das atividades, quer da resolução de conflitos, quer da avaliação e certificação. As plataformas devem ser encaradas como entidades provisórias, transformáveis, que viabilizam ou não a intervenção dos participantes nas redes complexas dos ecossistemas cognitivos, devendo a própria arquitetura ser encarada como algo transitório, mutável, com restrições próprias a identificar e ultrapassar, por reformulação ou substituição.

Nesta perspetiva evolutiva, entende-se que a Inven!RA – uma arquitetura para Plataformas de Interação Ecológica – articulada com a política cognitiva que constitui o Paradigma da Educação OnLIFE, pode potencializar a efetiva transformação digital da educação. Desta forma, pode também contribuir para uma melhor compreensão da

Transformação Digital nos terrenos mais amplos das Ciências Sociais e das Humanidades, a partir das transformações no campo da Educação e da Comunicação.

AGRADECIMENTO

Trabalho financiado pelo projeto intitulado "CAPES-PRINT Transformação Digital e Humanidades: Educação e Comunicação em movimento", financiado pela CAPES, do qual participam diferentes instituições e grupos/centros de pesquisa no Brasil e no exterior.

Agradecemos a Conceição Leal a leitura prévia para correções ortográficas e gramaticais.

REFERÊNCIAS

- Barricelli, B. R., Cassano, F., Fogli, D., & Piccinno, A. (2019). End-user development, end-user programming and end-user software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, *149*, 101–137. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.041>
- Beck, D., Morgado, L., & O’Shea, P. (2024). Educational Practices and Strategies with Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for using the Metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *17*, 319–341. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946>
- Benjamin, W. (2009). *Passagens* (2. reimpr). Ed. da Univ. Federal de Minas Gerais.
- Bødker, K., Kensing, F., & Simonsen, J. (2010). Participatory Design in Information Systems Development. Em H. Isomäki & S. Pekkola (Eds.), *Reframing Humans in Information Systems Development* (pp. 115–134). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84996-347-3_7
- Capra, F. (1996). *The web of life: A new scientific understanding of living systems* (1st Anchor Books ed). Anchor Books.
- Cardoso, P., Morgado, L., & Coelho, A. (2020). Authoring Game-Based Learning Activities that are Manageable by Teachers. *ERCIM News*, *2020*(01), 17–18.
- Cruzeiro, T. J. L. (2020). *Inven!RA-Platform for authoring and tracking of Inventive Activity Plans* [Master dissertation, Universidade do Porto]. <https://hdl.handle.net/10216/129252>
- de Lima, C. C. (2021). *A jornada dos híbridos: Acompanhamento dos percursos de aprendizagem em movimento no contexto da Internet das Coisas* [Universidade do Vale do Rio dos Sinos]. <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/9813>
- de Lima, C. C., de Oliveira, L. C., & Schlemmer, E. (2023). Prática pedagógica gamificada na configuração de um território imersivo de aprendizagem. *APEduc Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 106-122 Páginas. <https://doi.org/10.58152/APEDUCJOURNAL.471>

- di Felice, M. (2009). *Paisagens pós-urbanas: O fim da experiência urbana e as formas comunicativas do habitar*. Annablume.
- di Felice, M. (2012). Redes sociais digitais, epistemologias reticulares e a crise do antropomorfismo social. *Revista USP*, 92, 6–19.
- di Felice, M. (2017). *Net-ativismo: Da ação social para o ato conectivo*. Paulus.
- di Felice, M. (2020). *A cidadania digital: A crise da ideia ocidental de democracia e a participação nas redes digitais*. Paulus Editora.
- Dillenbourg, P. (2016). The Evolution of Research on Digital Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 544–560.
<https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z>
- Dmitrenko, T. A., Lavryk, T. V., & Yaresko, E. V. (2015). The Development of the Foundations of Modern Pedagogy: Paradigm and Methodological Aspects of Research. *European Journal of Contemporary Education*, 12(2), 150–157.
<https://doi.org/10.13187/ejced.2015.12.150>
- Doolittle, P. e. (2014). Complex Constructivism: A Theoretical Model of Complexity and Cognition. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 26(3), 485–498.
- Downes, S. (2022). Connectivism. *Asian Journal of Distance Education*, 17(1).
- Endsley, M. R. (2000). Theoretical Underpinnings of Situation Awareness: A Critical Review. Em M. R. Endsley & D. J. Garland (Eds.), *Situation Awareness Analysis and Measurement* (0 ed., pp. 3–32). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/b12461>
- Fernandes, L., Morgado, L., Paredes, H., Coelho, A., & Richter, J. (2019). Immersive learning experiences for understanding complex systems. *iLRN 2019 London-Workshop, Long and Short Paper, Poster, Demos, and SSRiP Proceedings from the Fifth Immersive Learning Research Network Conference*, 107–113.
<http://hdl.handle.net/10400.2/8368>
- Floridi, L. (Ed.). (2015). *The Onlife Manifesto*. Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-04093-6>
- Geissinger, A., Laurell, C., & Sandström, C. (2020). Digital Disruption beyond Uber and Airbnb—Tracking the long tail of the sharing economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119323.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.012>
- Harasim, L. (1999). A framework for online learning: The Virtual-U. *Computer*, 32(9), 44–49. <https://doi.org/10.1109/2.789750>
- Haraway, D. J. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Duke University Press.

- Jenkins, H., & Deuze, M. (2008). Editorial: Convergence Culture. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 14(1), 5–12. <https://doi.org/10.1177/1354856507084415>
- Kastrup, V. (1997a). A cognição contemporânea e a aprendizagem inventiva. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 49(4), 108–122.
- Kastrup, V. (1997b). *A invenção de si e do mundo: Uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição* [Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/15781>
- Latour, B. (2007). *Reassembling the social: An introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford Univ. Press.
- Lehmann, R. M. (2022). *Biblioteca viva: Uma metodologia inventiva no âmbito da plataforma de interação ecológica Inven!RA* [Universidade do Vale do Rio dos Sinos]. <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/11806>
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of Atmospheric Sciences*, 20(2), 130–141.
- Lorenz, E. N. (1972). Predictability: Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas? *Proceedings of the 139th Meeting of the American Association for the Advancement of Science Section on Environmental Sciences, New Approaches to Global Weather: GARP, Cambridge, MA, USA*, 5–9. https://web.archive.org/web/20200813234237/http://eaps4.mit.edu/research/Lorenz/Butterfly_1972.pdf
- Lorenz, E. N. (2008). *The Essence of Chaos* (Nachdr.). Univ. of Washington Press.
- Ma, J., & LeRouge, C. (2007). Introducing User Profiles and Personas into Information Systems Development. *AMCIS 2007 Proceedings*, 237. <https://aisel.aisnet.org/amcis2007/237>
- Marklund, B. B., & Taylor, A.-S. A. (2016). Educational Games in Practice: The challenges involved in conducting a game-based curriculum. *Electronic Journal of e-Learning*, 14(2), pp122-135.
- Mollick, E. (2024). *Co-intelligence: Living and working with AI*. Portfolio/Penguin.
- Morgado, L. (2009). Os mundos virtuais e o ensino-aprendizagem de procedimentos. Em *Educação & Cultura Contemporânea* (Vol. 13, Número 6, pp. 35–48).
- Morgado, L. (2022). Ambientes de Aprendizagem Imersivos. *Video Journal of Social and Human Research*, 1(2), 102–116. <https://doi.org/10.18817/vjshr.v1i2.32>
- Morgado, L., Coelho, A., Beck, D., Gütl, C., Cassola, F., Baptista, R., Van Zeller, M., Pedrosa, D., Cruzeiro, T., Cota, D., Grilo, R., & Schlemmer, E. (2023). Inven!RA Architecture for Sustainable Deployment of Immersive Learning Environments. *Sustainability*, 15(1), 857. <https://doi.org/10.3390/su15010857>

- Morton, T. (2013). *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. U of Minnesota Press.
- Mystakidis, S., & Lympouridis, V. (2023). Immersive Learning. *Encyclopedia*, 3(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3020026>
- Pedrosa, D., Cravino, J., & Morgado, L. (2022). e-SimProgramming: Planificar, conceber e acompanhar atividades didáticas online de engenharia de software. *Universidade Aberta*.
- Peña-Ayala, A., & Cárdenas, L. (2016). A Revision of the Literature Concerned with Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning: A Survey. Em A. Peña-Ayala (Ed.), *Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning: Fundamentals, Applications, and Trends* (pp. 55–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26518-6_3
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Rittel, H. W., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy sciences*, 4(2), 155–169.
- Sanctorum, A., Kieffer, S., & Signer, B. (2020). User-driven Design Guidelines for the Authoring of Cross-Device and Internet of Things Applications. *Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3419249.3420136>
- Schlemmer, E. (2016). Em D. Mill & A. M. de M. R. Reali (Eds.), *Educação a distância, qualidade e convergências: Sujeitos, conhecimentos, práticas e tecnologias*. Edufscar.
- Schlemmer, E., & di Felice, M. (2020). A qualidade ecológica das interações em plataformas digitais na educação. *RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 19(2), 207–222. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.2.207>
- Schlemmer, E., di Felice, M., & Serra, I. M. R. de S. (2020). Educação OnLIFE: a dimensão ecológica das arquiteturas digitais de aprendizagem. *Educar em Revista*, 36, e76120. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.76120>
- Schlemmer, E., & Moreira, J. A. M. (2022). Do ensino remoto emergencial ao HyFlex: Um possível caminho para a Educação OnLIFE? *Revista da FAEEDBA - Educação e Contemporaneidade*, 31(65), 138–155. <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2022.v31.n65.p138-155>
- Schlemmer, E., Morgado, L., & Moreira, J. A. (2020). Educação e Transformação Digital: O habitar do ensinar e do aprender, epistemologias reticulares e ecossistemas de inovação. Em *Interfaces da Educação* (Vol. 11, Número 32, pp. 764–790).

- Siemens, G. (2010, julho 22). *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2011 | Connecting the technical, pedagogical, and social dimensions of learning analytics*.
<https://web.archive.org/web/20220921103838/https://tekri.athabascau.ca/analytics/>
- Tenenberg, J., Roth, W.-M., & Socha, D. (2016). From I-Awareness to We-Awareness in CSCW. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 25(4–5), 235–278. <https://doi.org/10.1007/s10606-014-9215-0>
- Tribolet, J., & Guerreiro, S. (2021). Framing Enterprise Engineering Within General System's Theory: Perspectives of a Human Centered Future. Em D. Aveiro, G. Guizzard, R. Pergl, & H. A. Proper (Eds.), *Advances in Enterprise Engineering XIV* (Vol. 411, pp. 38–45). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-74196-9_3
- Turkle, S. (1998). All MOOs are educational: The experience of «walking through the self». Em C. Haynes & J. R. Holmevik (Eds.), *High wired: On the design, use, and theory of educational MOOs* (p. Foreword). The University of Michigan Press.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2016). *The embodied mind: Cognitive science and human experience* (revised edition). MIT Press.

Recebido 16/12/2022

Aceite para publicação 26/04/2024

Publicado 18/05/2024



Este artigo está disponível segundo uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.