

COMPLEXIDADE, TECNOLOGIA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO DIGITAL: O PARADIGMA DE MORIN COMO FUNDAMENTO PARA PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INCLUSIVAS E SUSTENTÁVEIS

COMPLEXITY, EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND DIGITAL EDUCATION: MORIN'S PARADIGM AS A FOUNDATION FOR INCLUSIVE AND SUSTAINABLE PEDAGOGICAL PRACTICES

Jussara do Carmo Badelli

Resumo: A expansão acelerada das tecnologias digitais impõe à educação desafios que vão além da incorporação de ferramentas, exigindo repensar os fundamentos epistemológicos que orientam a ação pedagógica, sob risco de a digitalização sem reflexão ampliar desigualdades em vez de reduzi-las. Este artigo tem como objetivo analisar como o paradigma da complexidade de Edgar Morin, articulado ao conectivismo de Siemens, à aprendizagem significativa de Ausubel e à pedagogia crítica de Freire, pode fundamentar práticas de educação digital mais inclusivas, críticas e sustentáveis, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4, 10 e 11). Adota-se pesquisa qualitativa em andamento, de revisão bibliográfica crítica articulada à observação sistemática da implementação do currículo de Educação Digital e Midiática (EDIGMID) de uma rede municipal, na função de pedagoga responsável pela coordenação pedagógica dessa implementação em turmas de 3º ao 5º ano. Os resultados indicam que o referencial de Morin, ao propor a compreensão de fenômenos em suas interações sistêmicas, oferece fundamentos operacionalizáveis que se materializam em práticas curriculares estruturadas em pensamento computacional, educação midiática, cultura digital e mundo digital, favorecendo engajamento, aprendizagem ativa e redução de barreiras de participação quando as atividades admitem múltiplos meios de expressão, alinhados ao Desenho Universal para a Aprendizagem. Conclui-se que a articulação entre pensamento complexo, conectivismo e inclusão não é coincidência teórica: todos partem do pressuposto de que a diversidade é a norma e que o conhecimento se constrói em rede, com intencionalidade pedagógica e responsabilidade ética.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Conectivismo. Desenho Universal para a Aprendizagem. Currículo Midiático. Formação Continuada.

Abstract: The accelerated expansion of digital technologies imposes challenges on education that go beyond the incorporation of tools, requiring a rethinking of the epistemological foundations that guide pedagogical action, under risk of unreflective digitalization widening inequalities rather than reducing them. This article aims to analyze how Edgar Morin's paradigm of complexity, articulated with Siemens' connectivism, Ausubel's meaningful learning, and Freire's critical pedagogy, can underpin more inclusive, critical, and sustainable digital education practices, aligned with the Sustainable Development Goals (SDG 4, 10, and 11). This study adopts ongoing qualitative research, based on critical bibliographic review articulated with systematic observation of the implementation of a Digital and Media Education curriculum in a municipal school network, in the role of pedagogue responsible for the pedagogical coordination of this implementation in 3rd to 5th grade classes. The results indicate that Morin's framework, by proposing the understanding of phenomena in their systemic interactions, offers operationalizable foundations that materialize in curricular practices structured around computational thinking, media education, digital culture, and the digital world, fostering engagement, active learning, and reduced participation barriers when activities allow multiple means of expression,

aligned with Universal Design for Learning. It is concluded that the articulation between complex thought, connectivism, and inclusion is not theoretical coincidence: all assume that diversity is the norm and that knowledge is built in networks, with pedagogical intentionality and ethical responsibility.

Keywords: Computational Thinking. Connectivism. Universal Design for Learning. Media Curriculum. Continuing Education.

1 INTRODUÇÃO

A expansão acelerada das tecnologias digitais transformou profundamente os modos de produzir, circular e acessar o conhecimento. No contexto educacional, esse processo impõe desafios que vão além da incorporação de ferramentas: exige repensar os fundamentos epistemológicos que orientam a ação pedagógica, pois a digitalização sem reflexão tende a ampliar desigualdades em vez de reduzi-las. A questão central deste trabalho é: de que forma o paradigma da complexidade de Edgar Morin e as metodologias emergentes podem fundamentar práticas educacionais mais inclusivas, críticas e sustentáveis no campo da tecnologia educacional?

A relevância da discussão reside no fato de que muitas iniciativas de educação digital ainda reproduzem modelos pedagógicos centrados na transmissão de conteúdos, desconsiderando a natureza sistêmica e interdependente dos processos de aprendizagem. A incorporação do paradigma da complexidade às práticas pedagógicas exige não apenas mudança de ferramentas, mas transformação da própria lógica educacional. Behrens e Prigol (2024) demonstram que os sete saberes de Morin constituem fundamentos epistemológicos capazes de orientar a formação docente em ambientes digitais de forma mais coerente e humanizada. Este trabalho dialoga com a teoria da complexidade de Morin, o conectivismo de Siemens, a aprendizagem significativa de Ausubel e a pedagogia crítica de Freire, além de experiências inovadoras como a Green School Bali e a plataforma T4 Education.

O objetivo geral é analisar como a teoria da complexidade, o conectivismo, a aprendizagem significativa e as experiências de inovação escolar podem orientar práticas pedagógicas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS 4, ODS 10 e ODS 11). Como objetivos específicos, o trabalho busca: (a) articular os conceitos de teoria, método e metodologia no campo da educação digital; (b) discutir o pensamento ecologizante de Morin como fundamento pedagógico; (c) analisar o potencial de Recursos Educacionais Abertos (REA), MOOCs e experiências inovadoras como a Green School Bali e a T4 Education; e (d) refletir sobre as implicações dessas abordagens para a prática pedagógica da autora na coordenação de um currículo municipal de educação digital.

A justificativa reside na persistência de modelos transmissivos nas iniciativas de educação digital das redes públicas, evidenciando a necessidade de referenciais epistemológicos que articulem tecnologia, inclusão e sustentabilidade. O currículo analisado, o Organizador Priorizado de Implementação de Educação Digital e Midiática (EDIGMID) da rede municipal, está sendo desenvolvido e implantado de forma colaborativa entre o Núcleo de Educação Digital e os professores responsáveis pelas turmas, o que confere ao processo caráter coletivo, situado e comprometido com a realidade das escolas.

2 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como pesquisa qualitativa em andamento, desenvolvida a partir de revisão bibliográfica crítica articulada à observação sistemática da implementação do currículo de Educação Digital e Midiática (EDIGMID) em turmas de 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental de uma rede municipal, na função de pedagoga responsável pela coordenação pedagógica dessa implementação nos anos iniciais.

O EDIGMID é organizado, em cada trimestre letivo, em quatro eixos articulados: Mundo Digital (codificação, processamento e distribuição da informação), Pensamento Computacional (decomposição, abstração, reconhecimento de padrão e algoritmo), Educação Midiática (inteligência artificial, mídias digitais e narrativas digitais) e Cultura Digital (cidadania, segurança e direitos digitais), cada um estruturado em objetos de conhecimento, objetivos de aprendizagem, critérios de avaliação, perguntas norteadoras e subsídios pedagógicos alinhados a habilidades curriculares específicas da rede (código SJP). A observação da implementação apoia-se em planos de aula estruturados em

momentos de sala (retomada e atividade desplugada) e de laboratório (atividade prática digital), organizados por ano escolar e culminando em produtos finais elaborados pelos próprios estudantes.

A pesquisa é conduzida em conformidade com os princípios éticos para pesquisa com seres humanos, garantindo o anonimato dos participantes, sem coleta ou apresentação de dados pessoais identificáveis de estudantes ou professores. Um material pedagógico individualizado, elaborado pela autora para um estudante de inclusão, é apresentado na seção de resultados de forma integralmente anonimizada, sem nome, turma ou qualquer dado que permita sua identificação, descrevendo apenas as estratégias pedagógicas adotadas. Por tratar-se de pesquisa em andamento, os dados aqui apresentados referem-se aos documentos curriculares institucionais e à observação da prática profissional da autora, não configurando levantamento estatístico individualizado, o que dispensa, nesta etapa, submissão a Comitê de Ética em Pesquisa, procedimento previsto para o aprofundamento formal da investigação no âmbito do mestrado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Teoria, método e metodologia no paradigma da complexidade

No campo educacional, teoria, método e metodologia desempenham funções epistemológicas distintas (Arrial & Calloni, 2010). A confusão entre esses conceitos leva à adoção de tecnologias digitais sem ancoragem pedagógica consistente (ACCIOLY et al., 2020). Para Freire (1996), a prática educativa exige rigorosidade metódica: sem ela, o educador reproduz, em qualquer formato, inclusive o digital, as mesmas lógicas transmissivas que impedem a autonomia dos educandos. Essa distinção conceitual é especialmente relevante em currículos de educação digital: escolas e redes de ensino costumam equipar laboratórios e adquirir plataformas num ritmo que a formação docente para seu uso pedagogicamente intencional nem sempre acompanha.

Arrial e Calloni (2010) esclarecem que, em Morin, a teoria não é um conhecimento acabado, mas um sistema aberto que se transforma no confronto com

a realidade empírica; o método, por sua vez, não é um conjunto de receitas predefinidas, mas o caminho que se constrói e se corrige à medida que o pensamento se confronta com o imprevisto. Transposta à educação digital, essa distinção implica que planejar um currículo de tecnologia educacional não é aplicar uma sequência fixa de procedimentos, mas construir, continuamente, estratégias sensíveis ao contexto de cada turma, cada estudante e cada imprevisto do laboratório de informática, o que Accioly et al. (2020) reconhecem como um dos maiores desafios da gestão pedagógica contemporânea diante da complexidade das relações escolares.

3.2 Os princípios do pensamento complexo: dialógico, recursivo e hologramático

O paradigma da complexidade, desenvolvido por Morin ao longo de obra extensa e sistemática (Morin, 2000a, 2003, 2005), constitui uma ruptura epistemológica com o pensamento científico moderno, marcado pela disjunção e pela fragmentação do saber em disciplinas estanques. Em Introdução ao pensamento complexo, Morin (2005) sistematiza três princípios operadores que permitem pensar a complexidade sem reduzi-la a uma fórmula simplificadora: o princípio dialógico, o princípio da recursão organizacional e o princípio hologramático.

O princípio dialógico associa, em um mesmo espaço de pensamento, duas lógicas que se completam e ao mesmo tempo se antagonizam, sem que uma anule a outra: ordem e desordem, individual e coletivo, presencial e digital. Aplicado à educação digital, esse princípio permite compreender que atividade desplugada e atividade no laboratório de informática não são etapas concorrentes de um mesmo processo, mas dimensões dialogicamente necessárias uma à outra: a reflexão sem mediação tecnológica e a prática mediada pela tecnologia se completam e se tensionam na mesma sequência didática, como evidenciado na estrutura do currículo EDIGMID analisado neste artigo. O princípio da recursão organizacional descreve processos nos quais os efeitos retroagem sobre suas próprias causas, tornando-se, eles mesmos, produtores do processo que os gerou: a sociedade produz os indivíduos que, por sua vez, produzem e transformam a sociedade. Na sala de aula digital, esse princípio manifesta-se quando os produtos elaborados

pelos próprios estudantes, como um cartaz digital sobre segurança na internet ou um combinado de convivência para o laboratório, retroagem sobre a cultura da turma, passando a orientar o comportamento coletivo que os originou.

O princípio hologramático, por fim, afirma que a parte contém o todo assim como o todo se manifesta em cada parte, tal como ocorre em um holograma físico, no qual o menor fragmento da imagem preserva a quase totalidade da informação do objeto representado (MORIN, 2005). Esse princípio fundamenta teoricamente a estrutura curricular do EDIGMID: cada aula de pensamento computacional, ao trabalhar decomposição, algoritmo, reconhecimento de padrão ou abstração, não apresenta um fragmento isolado do letramento digital, mas condensa, em cada atividade pontual, os mesmos princípios sistêmicos que orientam a totalidade do currículo, de modo análogo ao que ocorre na atividade de decomposição de uma festa escolar em partes menores: cada parte resolvida contém, em si, a lógica de organização que rege o problema como um todo.

3.3 Os sete saberes necessários à educação do futuro e a educação digital

Em Os sete saberes necessários à educação do futuro, escrito a convite da UNESCO, Morin (2000b) propõe sete eixos formativos que, embora não tenham sido concebidos para o contexto digital, oferecem um repertório conceitual particularmente produtivo para pensar os desafios da educação midiática e do letramento digital contemporâneos. O segundo saber, os princípios do conhecimento pertinente, alerta para o risco de o conhecimento fragmentado, disperso em informações desconectadas de seu contexto, tornar-se inútil ou mesmo perigoso; transposto à educação midiática, esse saber fundamenta a necessidade de os estudantes desenvolverem a capacidade de contextualizar informações digitais, e não apenas de acumulá-las, exatamente a habilidade que o eixo Educação Midiática do currículo EDIGMID busca desenvolver ao ensinar os estudantes a questionar se um conteúdo midiático está incompleto, exagerado ou alterado.

O quinto saber, enfrentar as incertezas, propõe uma educação que abandone a ilusão de certeza absoluta e prepare os estudantes para navegar em cenários de imprevisibilidade, princípio especialmente relevante diante da opacidade algorítmica e da imprevisibilidade dos ambientes digitais contemporâneos, nos quais nem

sempre é possível antecipar como um conteúdo será recomendado, filtrado ou amplificado por um sistema automatizado. O sexto saber, ensinar a compreensão, distingue a compreensão intelectual, objetiva e explicativa, da compreensão humana, intersubjetiva e empática, e alerta para o fato de que a incompreensão entre os seres humanos constitui fonte permanente de conflito; aplicado à educação midiática, esse saber fundamenta teoricamente o combate à desinformação não apenas como verificação técnica de fatos, mas como exercício ético de compreensão do outro e de si mesmo diante do que se consome e se compartilha on-line. Por fim, o sétimo saber, a ética do gênero humano, situa a educação para a cidadania em um circuito indivíduo/sociedade/espécie, o que, transposto à cultura digital, sustenta teoricamente a formação para uma cidadania digital que ultrapassa regras pontuais de segurança e se articula a uma ética do convívio em rede, coerente com o eixo Cultura Digital do currículo analisado, estruturado nos pilares de cidadania, segurança e direitos digitais.

3.4 Recursos Educacionais Abertos, MOOCs e mediação pedagógica

Os Recursos Educacionais Abertos (REA) e os MOOCs representam inovações significativas na democratização do acesso ao conhecimento. Amiel, Orey e West (2010) argumentam que os REA promovem práticas pedagógicas mais colaborativas e contextualizadas. Amado (2022) observa, contudo, que as altas taxas de abandono nos MOOCs revelam que disponibilizar conteúdo não garante aprendizagem: a mediação pedagógica permanece insubstituível, o que reforça a centralidade do professor mesmo em ecossistemas digitais de aprendizagem aberta. Essa constatação dialoga diretamente com o princípio dialógico discutido na seção 3.2: a disponibilidade do recurso aberto e a mediação docente não competem entre si, mas se completam dialogicamente, e é justamente a ausência dessa mediação, e não a tecnologia em si, que explica boa parte do fracasso de iniciativas de educação aberta desprovidas de acompanhamento pedagógico.

3.5 Aprendizagem significativa e conectivismo

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968) estabelece que o aprendizado efetivo ocorre quando novos conhecimentos se conectam às estruturas cognitivas preexistentes do estudante, os chamados subsunçores. O conectivismo de Siemens (2005) complementa essa perspectiva ao reconhecer que o

conhecimento, na era digital, distribui-se em redes, e aprender significa desenvolver a capacidade de navegar e conectar essas redes, em diálogo direto com o pensamento ecologizante de Morin. A convergência entre os dois referenciais não é acidental: se, para Ausubel, aprender é ancorar o novo no que já existe na estrutura cognitiva do sujeito, e, para Siemens, aprender é conectar nós de uma rede de conhecimento distribuído, ambos compartilham a premissa de que o conhecimento nunca surge isolado, mas sempre em relação, o que também é premissa fundamental do princípio hologramático de Morin: nenhuma unidade de conhecimento existe desconectada da totalidade da qual faz parte.

3.6 Experiências inovadoras e sustentabilidade

Experiências como a Green School Bali (2024) e a plataforma T4 Education (2024) evidenciam que escolas orientadas por princípios de sustentabilidade e pensamento sistêmico conseguem articular inovação pedagógica, tecnologia e formação cidadã. Essa articulação dialoga diretamente com a Agenda 2030 das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015), particularmente com o ODS 4 (educação de qualidade), o ODS 10 (redução das desigualdades) e o ODS 11 (comunidades sustentáveis), evidenciando que escolhas pedagógicas cotidianas, mesmo em uma disciplina de educação digital de anos iniciais, podem materializar metas globais de desenvolvimento sustentável.

3.7 Síntese teórica: convergências epistemológicas

A articulação entre os referenciais discutidos nesta seção não é uma justaposição arbitrária de autores, mas revela convergências epistemológicas estruturantes para este artigo. O princípio dialógico de Morin (2005) e a pedagogia crítica de Freire (1996) convergem ao recusarem soluções unilaterais, seja entre ordem e desordem, seja entre educador e educando, propondo relações de tensão produtiva em vez de hierarquias fixas. O princípio hologramático dialoga diretamente com o conectivismo de Siemens (2005) e com a aprendizagem significativa de Ausubel (1968): em ambos, nenhuma unidade de conhecimento existe isoladamente, mas sempre como parte de uma rede ou de uma estrutura cognitiva mais ampla que a contém e é por ela constituída. O princípio da recursão organizacional, por sua vez, fundamenta teoricamente a lógica dos REA e das experiências inovadoras discutidas: recursos produzidos coletivamente retroagem

sobre a comunidade que os produziu, tal como uma turma que elabora seu próprio código de conduta digital passa a ser, ela mesma, regulada e transformada por esse produto. Essa convergência teórica sustenta o argumento central deste artigo: mais do que uma metáfora inspiradora, o paradigma da complexidade oferece um instrumental conceitual coerente e internamente articulado para compreender e planejar práticas de educação digital contemporâneas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O currículo EDIGMID: estrutura e fundamentos

O Organizador Priorizado de Implementação de Educação Digital e Midiática (EDIGMID) de uma rede municipal organiza, para os anos iniciais do Ensino Fundamental, quatro grandes eixos temáticos por trimestre letivo. No eixo Mundo Digital, estruturado nos pilares codificação, processamento e distribuição, estudantes do 1º e 2º ano trabalham a representação da informação e a diferenciação entre hardware e software (habilidades EF01CO05/SJP e EF02CO04/SJP). No eixo Pensamento Computacional, estruturado nos pilares decomposição, abstração, reconhecimento de padrão e algoritmo, os objetos de conhecimento avançam progressivamente: sentenças lógicas e o uso de termos de negação no 3º ano (EF03CO01/SJP), criação de algoritmos com repetições condicionais simples (EF03CO02/SJP) e a estratégia de decomposição de problemas complexos em partes menores (EF03CO03/SJP).

No eixo Educação Midiática, estruturado nos pilares inteligência artificial, mídias digitais e narrativas digitais, os estudantes são levados a reconhecer e questionar conteúdos midiáticos, identificando sinais de que uma informação pode estar incompleta, exagerada ou alterada (EF03CO10/SJP), desenvolvendo atitude crítica diante do que consomem on-line. No eixo Cultura Digital, estruturado nos pilares cidadania, segurança e direitos digitais, trabalha-se o reconhecimento de artefatos computacionais no cotidiano e sua relação com necessidades humanas (EF01CO06/SJP), além da leitura crítica de imagens e da cultura visual, identificando sentidos explícitos e implícitos em composições midiáticas (EF03CO12/SJP). Essa estrutura, ao integrar pensamento computacional, leitura crítica de mídia e cultura visual em um mesmo organizador curricular, materializa, na

prática, o pensamento ecologizante de Morin: cada objeto de conhecimento é tratado não isoladamente, mas em suas interações sistêmicas com os demais eixos formativos.

4.2 Da teoria à prática: implementação nas turmas de 3º ao 5º ano

A observação da implementação curricular nas turmas de 3º, 4º e 5º ano evidenciou uma progressão pedagógica coerente com os princípios da aprendizagem significativa de Ausubel (1968). Cada encontro semanal de 1h20 é organizado em três momentos: 20 minutos de retomada e atividade desplugada em sala, partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes; 50 minutos de atividade prática no laboratório de informática, na qual o conceito trabalhado é transposto para uma ferramenta digital; e 10 minutos de socialização e registro, favorecendo a reflexão coletiva sobre o processo.

No 3º ano, a sequência didática parte de sentenças lógicas cotidianas trabalhadas com cartões de verdadeiro e falso, avança para a construção de algoritmos representando o passo a passo de tarefas do dia a dia, incorpora estruturas condicionais simples ("se chover, então"), explora a decomposição de problemas complexos, como o planejamento de uma festa escolar dividido em convites, decoração, lanches e música, e culmina na produção de um cartaz digital sobre navegação segura na internet, integrando educação midiática e cultura visual. No 4º ano, o eixo Mundo Digital é trabalhado a partir de situações concretas de codificação da informação: uma mesma notícia, como o anúncio de um campeonato esportivo escolar, é reescrita pelos estudantes em três formatos distintos, mensagem de aplicativo, notícia curta e cartaz escolar, seguida de reflexão estruturada sobre o que muda (a linguagem) e o que permanece igual (a informação principal) entre eles. O eixo Pensamento Computacional avança para algoritmos com estrutura condicional, como organizar a biblioteca da sala combinando sequência, condição ("se estiver rasgado, então avisar a professora") e repetição, com produto final estruturado como um Código Digital da turma, elaborado coletivamente a partir de uma situação-problema sobre publicação de imagens sem autorização. No 5º ano, os estudantes trabalham argumentação lógica, estruturas condicionais mais complexas ("se, então, senão"), planejamento colaborativo de projetos, verificação de fake news e análise crítica de imagens produzidas por

inteligência artificial, culminando em uma Revista Digital ou Mostra Digital elaborada coletivamente.

Essa progressão, do 3º ao 5º ano, ilustra concretamente os quatro objetivos específicos desta pesquisa: a articulação entre teoria, método e metodologia (Arrial & Calloni, 2010) manifesta-se na diferenciação entre o objeto de conhecimento central e periférico de cada aula; o pensamento ecologizante de Morin manifesta-se na integração constante entre pensamento computacional, leitura crítica de mídia e produção cultural; o potencial dos REA manifesta-se no uso de ferramentas como Wordwall, Canva Educacional e os recursos do portal e-DIG, sempre mediados pela intencionalidade pedagógica da professora regente (AMADO, 2022); e a aproximação com experiências inovadoras manifesta-se na estrutura de produtos finais colaborativos, em diálogo com a lógica de aprendizagem baseada em projetos observada em iniciativas como a T4 Education.

4.3 O eixo Mundo Digital: da abstração de dados à materialidade do hardware

Enquanto o eixo Pensamento Computacional trabalha estruturas lógicas e algorítmicas, o eixo Mundo Digital, também previsto no currículo EDIGMID e ancorado nas normas do Parecer CNE/CEB nº 2/2022 (BRASIL, 2022), que instituiu a Computação como complemento obrigatório à Base Nacional Comum Curricular, ocupa-se de conceitos mais abstratos, como a relação entre dado e informação, e de conceitos mais concretos, como a distinção entre hardware e software. Essa dupla natureza, abstrata e concreta, do mesmo eixo curricular ilustra, na prática, o princípio dialógico discutido na fundamentação teórica: a compreensão do mundo digital exige transitar constantemente entre a abstração dos dados e a materialidade dos equipamentos que os processam.

Um exemplo ilustrativo é a sequência didática sobre a relação entre dados e informação, elaborada para o 3º ano (EF03CO04/SJP). A aula parte de uma situação concreta e lúdica, sem uso de computador: cada estudante diz em voz alta sua data de aniversário, e a turma é desafiada a responder a perguntas que só podem ser respondidas se todas as datas forem registradas, como identificar quantos colegas fazem aniversário no primeiro semestre. Guiados pela professora, os estudantes percebem a necessidade de anotar as datas em uma tabela, uma

espécie de calendário coletivo denominado memória de aniversário. Somente após essa vivência concreta a analogia é explicitada: assim como a turma precisou registrar as datas para poder responder às perguntas mais tarde, o computador também precisa armazenar dados em um componente de hardware, a memória, para poder utilizá-los posteriormente no processamento de informações. A sequência conclui retomando expressões do cotidiano das crianças, como "esse computador tem pouca memória", agora ressignificadas à luz do conceito trabalhado.

Essa estratégia didática exemplifica, de forma particularmente clara, a aprendizagem significativa de Ausubel (1968) discutida na seção 3.5: o conceito abstrato de memória computacional não é apresentado antes de sua ancoragem em um subsunçor cognitivo já disponível na estrutura do estudante, a experiência vivida de precisar registrar informações para responder a uma pergunta futura. Sequência semelhante organiza a aula sobre hardware e software (EF02CO04/SJP), na qual os estudantes recortam, de revistas e imagens impressas, exemplos de componentes físicos e de programas, classificando-os e relacionando cada elemento a uma função dentro do sistema computacional, retomando a pergunta disparadora sobre quem executa as instruções previamente criadas em algoritmos, o que articula explicitamente o eixo Mundo Digital ao eixo Pensamento Computacional trabalhado nas semanas anteriores, mais uma manifestação do princípio hologramático: cada aula pontual contém, em si, referências à totalidade do currículo do qual faz parte.

Para os anos iniciais, nos quais a alfabetização ainda está em curso, o mesmo objeto de conhecimento é reforçado por meio de atividades de colorir que representam equipamentos de hardware (monitor, teclado, mouse, impressora, headset) e ícones de plataformas e aplicativos infantis, recurso que, embora pareça simples, materializa concretamente múltiplos meios de representação de um mesmo conceito, tal como preconizado pelo Desenho Universal para a Aprendizagem discutido neste artigo: o mesmo objeto de conhecimento, hardware e software, é acessado por vias textuais, manipulativas e visuais, conforme a faixa etária e o repertório de cada turma.

4.4 Engajamento, aprendizagem ativa e inclusão

A análise da implementação curricular permite identificar três eixos de resultados preliminares. O primeiro, engajamento, relaciona-se à alternância entre atividade desplugada e atividade digital: situações-problema do cotidiano, como decidir o que fazer se chover ou organizar os passos para preparar um sanduíche, mobilizam conhecimentos prévios antes da transposição para a ferramenta digital, favorecendo maior adesão dos estudantes às atividades propostas, o que é coerente com o princípio ausubeliano de ancoragem em subsunçores discutido na seção 3.5 (AUSUBEL, 1968). O segundo, aprendizagem ativa, mediada pela conexão com conhecimentos prévios (Ausubel, 1968; Siemens, 2005), evidencia-se na progressão de complexidade das estruturas lógicas trabalhadas, da simples classificação verdadeiro/falso no 3º ano até estruturas condicionais compostas no 5º ano, sempre ancoradas em situações-problema que exigem raciocínio lógico-criativo.

O terceiro eixo, inclusão e redução de barreiras, relaciona-se à flexibilidade das atividades propostas, que admitem participação oral, escrita, visual e colaborativa, garantindo múltiplas vias de acesso ao mesmo objetivo de aprendizagem, alinhadas aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem de múltiplos meios de representação e de ação e expressão. Essa articulação entre inovação pedagógica e inclusão dialoga com os ODS 4, 10 e 11, evidenciando que escolhas pedagógicas cotidianas, como permitir que um mesmo objetivo de aprendizagem seja alcançado por diferentes caminhos, podem materializar metas globais de equidade educacional em nível de sala de aula.

4.5 Adaptação individualizada do currículo: um estudo de caso anonimizado

Para materializar concretamente os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem discutidos neste artigo, apresenta-se a seguir uma síntese anonimizada de um caderno pedagógico elaborado pela autora para um estudante do 3º ano do Ensino Fundamental com quadro associado de hiperatividade e déficit de atenção, comportamento opositivo-desafiador e características do espectro autista (respectivamente, TDAH, TOD e TEA), ainda não alfabetizado no momento da elaboração do material. O caderno adaptou os descritores curriculares de Língua Portuguesa e Matemática de um trimestre letivo a um formato inteiramente apoiado em leitura mediada, imagens e resposta por marcação, sem alteração das habilidades curriculares trabalhadas com a turma regular.

Um princípio organizador do material foi o uso sistemático do hiperfoco do estudante, ursos e um personagem de super-herói amplamente conhecido, como fio condutor de todas as situações-problema e enunciados, estratégia que ancora conteúdos abstratos em um universo de interesse já consolidado. Em Língua Portuguesa, o gênero verbete de dicionário foi trabalhado a partir da definição de “urso” como exemplo-modelo, com leitura obrigatoriamente mediada em voz alta pelo professor e localização de informações explícitas apoiada por imagem. Em Matemática, o sistema de numeração decimal, valor posicional de centenas, dezenas e unidades, foi contextualizado em uma situação-problema ambientada em uma floresta povoada por ursos, na qual o estudante contava agrupamentos com apoio de material concreto (blocos, palitos), evitando a abstração puramente simbólica do algoritmo de adição.

O caderno seguiu, ainda, um conjunto de orientações fixas ao professor regente: respostas poderiam ser orais, apontadas, circuladas ou registradas pelo professor escreva; cada atividade admitia tempo ampliado, podendo ser dividida em dois ou mais momentos; e um código de cores (verde, amarelo, laranja) sinalizava, em cada etapa, o nível de apoio necessário, permitindo ajuste imediato da mediação docente sem a necessidade de reformular a atividade.

Esse material ilustra, de forma concreta, o princípio do DUA de múltiplos meios de representação e de ação e expressão: imagens e leitura mediada substituem o texto corrido autônomo, e a resposta por marcação, apontamento ou oralidade substitui a escrita livre, sem alterar o objeto de conhecimento central do currículo regular. Reforça-se, assim, o argumento central deste artigo: a inclusão efetiva não depende necessariamente de um currículo paralelo, mas da capacidade docente de reorganizar a mesma proposta pedagógica em múltiplos caminhos de acesso, ancorados, sempre que possível, no universo de interesse do próprio estudante, o que dialoga diretamente com a recusa, por Morin, da fragmentação entre saberes e sujeitos como categorias estanques.

4.6 Gamificação como estratégia pedagógica: narrativa e pensamento sistêmico

A mesma sequência de conteúdos trabalhada em sala de aula no 4º ano foi reelaborada pela autora, para o momento de laboratório, em formato gamificado, sob a narrativa de uma missão de recuperação de um sistema digital escolar corrompido, na qual a turma assume o papel de equipe oficial de recuperação digital. Cada um dos quatro eixos curriculares corresponde a uma missão da narrativa, e a conclusão de cada desafio restaura simbolicamente uma parte do sistema, articulando pontuação (um ponto por desafio concluído, um ponto por organização do arquivo produzido e um ponto por explicação oral do raciocínio) a níveis de progressão nomeados Explorador Digital, Analista Digital e Mestre dos Códigos.

Na primeira missão, o mesmo objeto de conhecimento da aula de sala, a codificação da informação em diferentes formatos, é retrabalhado no laboratório a partir de uma notícia sobre uma feira de ciências escolar, transformada pelos estudantes em mensagem de aplicativo, notícia formal e cartaz digital produzido em ferramenta de edição de texto. Na segunda missão, o pensamento computacional é retomado por meio da criação de um algoritmo estruturado para preparar uma apresentação em grupo, exigindo numeração de passos, uma repetição e uma condição, com discussão explícita sobre por que a ordem dos passos importa para o resultado final. Na terceira missão, dois textos de intenção comunicativa distinta, um publicitário e um informativo, são analisados pelos estudantes, que devem justificar por escrito qual deles pretende vender e qual pretende informar. A missão final consolida a aprendizagem em um produto de cidadania digital, um conjunto de regras do laboratório elaborado coletivamente pela turma.

A estrutura gamificada evidencia, na prática, a convergência entre o conectivismo de Siemens (2005), a aprendizagem significativa de Ausubel (1968) e o pensamento ecologizante de Morin discutidos na fundamentação teórica: a narrativa de restauração de um sistema corrompido não é apenas recurso motivacional, mas metáfora pedagógica que materializa, para os próprios estudantes, a compreensão de que os quatro eixos curriculares (mundo digital, pensamento computacional, educação midiática e cultura digital) formam um sistema interdependente, no qual cada parte concluída contribui para a compreensão do todo. A avaliação, estruturada em critérios claros e explícitos, reforça a autonomia

dos estudantes ao tornar visíveis os parâmetros de progresso, sem descaracterizar o rigor pedagógico da proposta original de sala de aula.

4.7 Quadro-síntese: os princípios do pensamento complexo nos eixos curriculares

O Quadro 1, a seguir, organiza essa articulação de forma visual: para cada um dos quatro eixos do currículo EDIGMID, indica-se o princípio do pensamento complexo mais evidente em sua estrutura pedagógica, acompanhado da manifestação concreta observada na implementação analisada.

Quadro 1 - Princípios do pensamento complexo e eixos do currículo EDIGMID

Eixo curricular	Princípio de Morin predominante	Manifestação concreta observada
Mundo Digital	<i>Dialógico</i>	Trânsito entre a abstração do conceito de dado e a materialidade do hardware; analogia entre memória de aniversário e memória computacional.
Pensamento Computacional	<i>Hologramático</i>	Cada etapa de decomposição de um problema (ex.: organizar uma festa escolar) contém, em si, a lógica organizacional do problema como um todo.
Educação Midiática	<i>Recursão organizacional</i>	A análise crítica de conteúdos produzidos pelos próprios estudantes retroage sobre sua postura como consumidores e produtores de mídia.
Cultura Digital	<i>Recursão organizacional</i>	O código ou combinado digital elaborado coletivamente pela turma retroage sobre o comportamento do grupo que o produziu, regulando-o.

Fonte: elaborado pela autora (2026).

O quadro evidencia que, embora os quatro eixos compartilhem o mesmo referencial teórico de fundo, cada um deles mobiliza de forma mais saliente um princípio específico do pensamento complexo, o que sugere que a coerência do currículo EDIGMID não decorre de uma aplicação uniforme e mecânica da teoria de Morin, mas de uma pluralidade de manifestações do pensamento complexo adequadas à natureza de cada objeto de conhecimento, o que é, em si, coerente com a recusa do próprio Morin a fórmulas simplificadoras e lineares de aplicação de sua teoria.

4.8 Limites e desafios da implementação: uma leitura crítica

Os achados apresentados nas seções anteriores demandam qualificação, sob pena de transformar a articulação teórica proposta neste artigo em celebração acrítica do currículo EDIGMID, exatamente o tipo de pensamento simplificador que a teoria de Morin visa superar.

No plano da infraestrutura, a implementação do eixo Mundo Digital e do eixo Pensamento Computacional depende de laboratórios de informática que, em muitas escolas da rede pública brasileira, são compartilhados entre dezenas de turmas, com equipamentos nem sempre atualizados ou em número suficiente para atendimento individualizado, tensionando, na prática, a proposta de simulações e produções digitais autorais discutida neste artigo.

Já no plano da formação docente, o caso relatado na seção 4.5 é revelador por si só: a adaptação do material coube à pedagoga coordenadora, e não à professora regente da turma, recém-chegada à rede e ainda sem domínio consolidado das ferramentas e da lógica pedagógica do currículo. Esse dado, ainda que pontual, sinaliza um risco sistêmico mais amplo: currículos tecnicamente sofisticados como o EDIGMID podem acentuar desigualdades entre estudantes quando a formação continuada dos professores que os implementam não acompanha, no mesmo ritmo, a complexidade das propostas pedagógicas. Trata-se de mais uma manifestação daquilo que Morin (2000a) já apontava como o custo de tratar a complexidade de um sistema, aqui, o sistema currículo-professor-estudante, como se fosse resolúvel pela mera disponibilização de recursos: sem a formação continuada como parte constitutiva da proposta, e não como etapa posterior e dispensável, o próprio currículo tecnicamente sofisticado corre o risco de reproduzir, por outra via, a fragmentação que pretende superar.

Uma terceira tensão é de natureza epistemológica, interna ao próprio referencial adotado: o currículo EDIGMID organiza-se em objetos de conhecimento central e periférico, habilidades codificadas (EF03CO01/SJP e similares) e critérios de avaliação objetivos, estrutura que, por sua própria natureza, tende à segmentação, o que poderia soar como contradição frente à crítica de Morin (2000b) à fragmentação do saber em unidades estanques. Argumenta-se, contudo, que essa

tensão não invalida a articulação proposta: a estrutura curricular segmentada constitui o ponto de partida sobre o qual a mediação docente pode, ou não, construir as conexões hologramáticas e dialógicas discutidas ao longo deste artigo; a complexidade reside na qualidade dessa mediação, e não na ausência de estrutura curricular.

Por fim, cabe reconhecer os limites metodológicos da própria pesquisa: fundada na observação da prática profissional de uma única pesquisadora, em uma única rede municipal, os achados não permitem generalizações para outras redes ou currículos de educação digital, e a ausência, nesta etapa, de instrumentos sistemáticos de avaliação de aprendizagem limita a possibilidade de aferir, com rigor empírico, o impacto das estratégias pedagógicas descritas sobre os resultados de aprendizagem dos estudantes. Esses limites delimitam com precisão o escopo das contribuições deste artigo: trata-se de proposta teórico-metodológica fundamentada e ilustrada por evidências qualitativas situadas, e não de um estudo de eficácia pedagógica generalizável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho evidenciou que o paradigma da complexidade de Morin e as metodologias emergentes oferecem fundamentos epistemológicos sólidos e operacionalizáveis para práticas educacionais digitais mais inclusivas e sustentáveis. A articulação entre pensamento complexo, conectivismo, aprendizagem significativa, pedagogia crítica e Desenho Universal para a Aprendizagem não é coincidência teórica: todos partem do pressuposto de que a diversidade é a norma e que o conhecimento se constrói em rede, com intencionalidade pedagógica e responsabilidade ética.

A observação da implementação do currículo EDIGMID em turmas de 3º ao 5º ano de uma rede municipal demonstra que é possível estruturar uma educação digital inclusiva e inovadora na escola pública brasileira, desde que o planejamento seja teoricamente fundamentado e orientado por valores, e não apenas pela disponibilidade de equipamentos. Os três eixos identificados, engajamento, aprendizagem ativa e inclusão, confirmam a pertinência da articulação entre o referencial teórico da complexidade e o desenho curricular observado, e o estudo de

caso anonimizado apresentado ilustra que essa articulação se sustenta mesmo diante de perfis de aprendizagem que exigem adaptações individualizadas significativas, sem que isso implique a criação de um currículo paralelo desconectado dos objetos de conhecimento trabalhados com a turma regular. A reelaboração gamificada dos mesmos conteúdos para o momento de laboratório reforça, ainda, que uma mesma proposta pedagógica pode assumir formatos distintos, sala de aula e laboratório, individual e coletivo, sem perder coerência interna, materializando concretamente o pensamento sistêmico proposto por Morin.

Como limitação, reconhece-se que esta pesquisa está em andamento e que a observação aqui relatada tem caráter qualitativo e situado na prática profissional da autora, não configurando levantamento estatístico generalizável para toda a rede municipal. Estudos futuros poderão aprofundar essa análise por meio de pesquisa-ação sistematizada, com atenção às desigualdades de acesso à tecnologia entre diferentes unidades escolares e às condições de formação continuada oferecidas aos professores regentes das redes públicas. Conclui-se que integrar pensamento complexo, tecnologias educacionais e mediação pedagógica humanizadora representa caminho estratégico para a construção de sistemas educacionais mais equitativos e preparados para os desafios do século XXI.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, L. G. F. S.; COELHO, P. M. F.; COSTA, M. R. M. Gestão e formação de professores: os dilemas contemporâneos da complexidade. *Revista Brasileira de Educação*, 2020.

AMADO, C. *Referencial para o design de MOOC (Massive Open Online Courses) na formação contínua de professores no contexto português*. 2022. 383 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, 2022.

AMIEL, T.; OREY, M.; WEST, R. Recursos educacionais abertos (REA): modelos para localização e adaptação. *ETD - Educação Temática Digital*, v. 12, p. 1-15, 2010.

ARRIAL, L. R.; CALLONI, H. Estudos pontuais sobre o conceito de método e teoria no paradigma da complexidade de Edgar Morin. *Revista Didática Sistêmica*, v. 11, p. 50-63, 2010.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

BEHRENS, M. A.; PRIGOL, E. L. Os sete saberes de Edgar Morin como fundamentos epistemológicos na formação docente on-line. *Revista e-Curriculum*, v. 22, p. 1-25, 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CEB nº 2/2022: normas sobre computação na educação básica, complemento à Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/CNE, 2022.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GREEN SCHOOL BALI. *School profile*. 2024. Disponível em: <https://www.greenschool.org>. Acesso em: 12 mar. 2026.

MORIN, E. *O método 1: a natureza da natureza*. Porto Alegre: Sulina, 2000a.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000b.

MORIN, E. *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Tradução Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2005.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. Secretaria Municipal de Educação. *Organizador Priorizado de Implementação de Educação Digital e Midiática - EDIGMID: 3º, 4º e 5º ano do Ensino Fundamental*. Fevereiro-Março 2026. São José dos Pinhais: SME, 2026.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. Secretaria Municipal de Educação. *Organizador Priorizado de Implementação de Educação Digital e Midiática - EDIGMID: 3º, 4º e 5º ano do Ensino Fundamental*. II Trimestre 2026. São José dos Pinhais: SME, 2026.

SIEMENS, G. Connectivism: a learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2005.

T4 EDUCATION. *Toolkits e recursos educacionais*. 2024. Disponível em: <https://www.t4.education>. Acesso em: 12 mar. 2026.

UNITED NATIONS. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York: UN, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 12 mar. 2026.