RBAD Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância

ABED

ARTIGO ORIGINAL

COGNIÇÃO DISTRIBUÍDA E INTELIGÊNCIA COLETIVA NO CONTEXTO DA CIBERCULTURA: UMA ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE ENSINO HÍBRIDO MEDIADAS POR TECNOLOGIAS DIGITAIS

Pablo João Canal da Costa1
Adriano Canabarro Teixeira2

RESUMO

Este artigo explora o uso de ferramentas digitais para promover cognição distribuída e inteligência coletiva no ensino híbrido. A pesquisa, realizada com mapas mentais e robótica educacional, revela como essas tecnologias facilitam a colaboração, a organização do conhecimento e o aprendizado coletivo, tanto presencial quanto remotamente.

Palavras-chave: Cognição distribuída, Inteligência coletiva, Ensino híbrido, Tecnologias digitais, Mapas mentais.

1. Atitus Educação
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CC BY

DISTRIBUTED COGNITION AND COLLECTIVE INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF CYBERCULTURE: AN ANALYSIS OF HYBRID TEACHING PRACTICES MEDIATED BY DIGITAL TECHNOLOGIES

ABSTRACT

This article explores the use of digital tools to promote distributed cognition and collective intelligence in hybrid education. The research, conducted with mind maps and educational robotics, reveals how these technologies facilitate collaboration, knowledge organization, and collective learning, both in-person and remotely.

Keywords: Distributed cognition, Collective intelligence, Hybrid education, Digital technologies, Mind maps.

COGNICIÓN DISTRIBUIDA E INTELIGENCIA COLECTIVA EN EL CONTEXTO DE LA CIBERCULTURA: UN ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA HÍBRIDA MEDIADAS POR TECNOLOGÍAS DIGITALES

RESUMEN

Este artículo explora el uso de herramientas digitales para promover la cognición distribuida y la inteligencia colectiva en la educación híbrida. La investigación, realizada con mapas mentales y robótica educativa, revela cómo estas tecnologías facilitan la colaboración, la organización del conocimiento y el aprendizaje colectivo, tanto presencial como a distancia.

Palabras clave: Cognición distribuida, Inteligencia colectiva, Educación híbrida, Tecnologías digitales, Mapas mentales.

1. INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais e a popularização da internet trouxeram novas possibilidades para a educação, ampliando os horizontes da aprendizagem colaborativa e permitindo o surgimento de conceitos como a cognição distribuída e a inteligência coletiva. No contexto da cibercultura,

essas tecnologias têm favorecido a criação de ambientes interativos onde o conhecimento pode ser construído e compartilhado de forma dinâmica entre os participantes. Essa transformação cria um cenário em que o ensino se expande para além dos limites físicos, promovendo práticas educacionais híbridas que integram interações presenciais e remotas.

A cognição distribuída, conforme postulada por Hutchins (1995), propõe que o processo cognitivo é compartilhado entre agentes humanos e artefatos, incluindo as tecnologias digitais. Esse conceito desafia a visão tradicional da cognição como um processo exclusivamente individual, ao sugerir que o ambiente e os artefatos externos desempenham papéis fundamentais na organização e realização de tarefas cognitivas. No contexto educacional, a cognição distribuída se manifesta, por exemplo, quando estudantes utilizam ferramentas digitais para construir conhecimento em grupo, promovendo a organização e externalização de ideias de maneira coletiva.

Paralelamente, a teoria da inteligência coletiva de Pierre Lévy (1999) complementa essa abordagem, ao definir o aprendizado como um processo colaborativo onde as capacidades intelectuais de uma comunidade são potencializadas pela cooperação e pela troca de informações. A inteligência coletiva ganha um novo significado na era digital, pois as redes e plataformas online permitem o compartilhamento e a co-construção de conhecimento de forma contínua, transformando as experiências de aprendizagem e ampliando o acesso a recursos variados.

Essas abordagens se tornam particularmente relevantes no ensino híbrido, um modelo de ensino que combina momentos presenciais e remotos. Além de ter se consolidado durante a pandemia de COVID-19, o ensino híbrido surge como uma estratégia essencial para lidar com situações emergenciais, como desastres naturais. Recentes ocorrências de enchentes no estado do Rio Grande do Sul ilustram como desastres podem interromper o acesso às instituições de ensino. Nesses casos, explorar o potencial do ensino híbrido permite que as atividades pedagógicas continuem de forma remota, garantindo flexibilidade e continuidade do aprendizado.

Para que o ensino híbrido atinja seu potencial, é necessário concebê-lo como um processo que pode ser significativamente qualificado pela inteligência coletiva enquanto manifestação de cognição distribuída. Esses conceitos permitem que o aprendizado se torne mais colaborativo, dinâmico e adaptável, transformando o ensino híbrido em uma abordagem verdadeiramente integrada, que não apenas atende às necessidades pedagógicas, mas também se torna uma solução resiliente em contextos de crise.

Neste artigo, são exploradas as contribuições das tecnologias digitais para a promoção da cognição distribuída e da inteligência coletiva no ensino híbrido, ressaltando o potencial dessas ferramentas para transformar práticas pedagógicas e promover uma aprendizagem mais colaborativa e eficaz.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estabelecendo alguns conceitos-base

A cognição distribuída é uma teoria que se afasta da visão tradicional da cognição como um processo exclusivamente interno ao indivíduo. Essa perspectiva foi primeiramente desenvolvida por autores como Hutchins (1995), que argumentam que a cognição não se limita ao cérebro humano, mas é um processo que envolve a interação com o ambiente, artefatos e outros indivíduos. Em suas palavras: "A cognição está distribuída entre agentes humanos e tecnológicos, transcendendo as fronteiras de atores individuais" (Hutchins, 1995, p. 18). Este conceito implica que as ações cognitivas são organizadas por meio da interação com o ambiente externo e outros agentes, sejam humanos ou não humanos.

No campo educacional, a teoria da cognição distribuída é especialmente relevante, pois os ambientes de aprendizado são cada vez mais mediadores de processos colaborativos por meio de tecnologias digitais. Hollan, Hutchins e Kirsh (2000) explicam que a cognição pode ser distribuída de várias maneiras: entre os membros de um grupo, entre a mente de um indivíduo e artefatos externos, ou até mesmo ao longo do tempo, com as criações de eventos passados afetando o presente. Eles afirmam que "toda cognição é distribuída, mesmo quando parece isolada" (Hollan; Hutchins; Kirsh, 2000, p. 10). Em um ambiente educacional digital, as ferramentas tecnológicas, como mapas mentais e plataformas colaborativas online, atuam como esses artefatos externos que facilitam a distribuição da cognição entre os participantes.

Esse conceito também se estende à organização das atividades cognitivas em ambientes educacionais híbridos, onde os recursos digitais são usados para complementar a presença física dos alunos. Por exemplo, Scaife e Rogers (1996) introduzem o conceito de *offloading*, que se refere à capacidade de externalizar processos cognitivos em representações externas, como as ferramentas digitais, para reduzir o esforço cognitivo de um indivíduo e distribuir essas funções entre os recursos tecnológicos disponíveis. Eles afirmam: "Representações externas podem reduzir o esforço cognitivo, permitindo que os alunos dediquem sua atenção a outros aspectos do aprendizado" (Scaife; Rogers, 1996, p. 28).

No contexto educacional, o *offloading* se manifesta quando os alunos utilizam recursos digitais para compartilhar o processo de resolução de problemas e construção de conhecimento, como no caso dos mapas mentais colaborativos. Segundo Hutchins (1995), o uso de artefatos tecnológicos é crucial para o processo de distribuição da cognição, e isso se torna evidente em contextos educacionais, onde as ferramentas digitais servem como uma extensão da mente dos alunos.

O conceito de inteligência coletiva, formulado por Pierre Lévy (1999), está profundamente ligado à ideia de que o conhecimento não é uma construção isolada, mas um processo colaborativo e compartilhado. Lévy define a inteligência coletiva como "a capacidade de uma comunidade de cooperar intelectualmente para produzir, compartilhar e utilizar conhecimento" (Lévy, 1999, p. 29). Esse conceito é central na cibercultura, onde o compartilhamento de informações em redes digitais amplia o potencial de aprendizado coletivo.

A cibercultura, por sua vez, é caracterizada pela interatividade e pela constante troca

de informações em ambientes digitais. Para Lévy, a cibercultura "promove uma nova forma de inteligência, que se baseia na interconectividade das redes e no acesso a uma infinidade de fontes de conhecimento" (Lévy, 1999, p. 17). No contexto educacional, isso se traduz na utilização de plataformas digitais e redes sociais como espaços de interação, onde os alunos podem colaborar, discutir e construir conhecimento de forma coletiva e contínua.

No estudo de Costa (2021), a inteligência coletiva se manifesta durante a aplicação de atividades colaborativas utilizando mapas mentais digitais e recursos de robótica educacional. Essas atividades proporcionam um ambiente de aprendizado em que os alunos trabalham juntos para construir conhecimento, utilizando as tecnologias digitais como suporte. Como observado por Jenkins (2008), a convergência digital permite que produtores e consumidores de conhecimento interajam de maneiras antes impossíveis. "A colaboração entre os participantes na cibercultura não apenas amplia o acesso ao conhecimento, mas também transforma a maneira como ele é produzido e compartilhado" (Jenkins, 2008, p. 45).

A inteligência coletiva e a cognição distribuída se complementam nos ambientes educacionais mediados por tecnologias, onde os alunos compartilham suas ideias e se beneficiam das diferentes perspectivas e conhecimentos trazidos pelos outros. As ferramentas digitais facilitam a externalização do pensamento, o que permite que o conhecimento seja visualizado, discutido e reorganizado em tempo real, promovendo um processo contínuo de aprendizado colaborativo. Como ressaltado na pesquisa de Costa (2021), a "utilização de mapas mentais colaborativos em atividades de robótica educacional mostrou um claro aumento no engajamento dos alunos e no compartilhamento de ideias, fomentando a criação de um ambiente de inteligência coletiva" (Costa, 2021, p. 67).

A Educação a Distância (EaD), prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), tem evoluído significativamente nas últimas décadas, impulsionada pelo rápido desenvolvimento das tecnologias digitais. Em seu Artigo 80, é definida como "modalidade educacional que, por meio de tecnologias de informação e comunicação, permite a interação entre professor e aluno, e entre os próprios alunos, sem a necessidade de presença física em um espaço temporal comum a todos".

Embora a LDB determine que o Ensino Fundamental seja presencial, prevê que a EAD seja utilizada como complementação da aprendizagem ou em situações emergenciais, como vimos durante a pandemia. Nesse contexto, o ensino híbrido na Educação Básica emergiu como uma solução para combinar momentos de interação presencial e remota, integrando o uso de ferramentas digitais para criar um ambiente de aprendizado flexível e acessível.

De acordo com Moran (2020), o ensino híbrido "integra o melhor do presencial e do remoto, utilizando tecnologias digitais para facilitar a comunicação, a colaboração e o acesso a conteúdos diversificados" (Moran, 2020, p. 22). Essa metodologia tem se mostrado eficaz na promoção de inteligência coletiva e cognição distribuída, especialmente quando são usadas plataformas que permitem a colaboração síncrona e assíncrona entre os participantes.

As tecnologias digitais, como as plataformas de videoconferência, ferramentas de colaboração e recursos de mapas mentais, são essenciais para o sucesso do ensino híbrido. Elas não apenas ampliam o acesso ao conhecimento, mas também facilitam a interação entre alunos e professores,

permitindo que o aprendizado aconteça independentemente da localização física dos participantes. Como observado por Costa (2021), "as atividades híbridas, que combinaram encontros presenciais e remotos, mostraram-se eficazes na promoção de uma aprendizagem colaborativa, mediada por ferramentas digitais que facilitaram a distribuição da cognição entre os alunos" (Costa, 2021, p. 72).

2.2 Relações entre inteligência coletiva, cognição distribuída e o processo de implementação do ensino híbrido

A inteligência coletiva e a cognição distribuída são conceitos fundamentais para entender o processo de implementação do ensino híbrido em ambientes educacionais. A cognição distribuída refere-se à forma como o conhecimento é construído e compartilhado entre indivíduos, artefatos e o ambiente, enquanto a inteligência coletiva se manifesta quando grupos de pessoas colaboram, utilizando tecnologias digitais para amplificar o potencial cognitivo de todos os envolvidos (Lévy, 1999, p. 29). No contexto educacional, essas teorias se interligam de maneira crucial para apoiar práticas pedagógicas inovadoras, que envolvem a interação entre estudantes, tecnologias e ambientes de aprendizado híbridos.

No ensino híbrido, a cognição se distribui entre os alunos e os artefatos tecnológicos, como plataformas digitais, mapas mentais colaborativos e recursos de videoconferência. Esses elementos permitem que o conhecimento seja construído coletivamente, mesmo quando os participantes estão fisicamente distantes. Como destacado por Hollan, Hutchins e Kirsh (2000), "a cognição distribuída envolve a coordenação entre a mente dos indivíduos e os recursos externos, sejam eles tecnológicos ou materiais" (Hollan; Hutchins; Kirsh, 2000, p. 15). Durante o processo de implementação do ensino híbrido, essa dinâmica de cognição distribuída torna-se um fator essencial para o sucesso das práticas pedagógicas.

A inteligência coletiva, por sua vez, se manifesta no ensino híbrido quando os alunos utilizam essas ferramentas digitais para colaborar e compartilhar conhecimento, resultando em um ambiente de aprendizagem que vai além das capacidades individuais. Pierre Lévy (1999) aponta que a inteligência coletiva "é a habilidade de coordenar conhecimento e competências por meio da interconexão digital, criando uma força coletiva que supera as limitações individuais" (Lévy, 1999, p. 17). No ensino híbrido, essa interconexão digital acontece por meio de plataformas que permitem a troca de ideias e a construção de conhecimento em tempo real ou de forma assíncrona, como no uso de mapas mentais e outras ferramentas de colaboração.

O processo de implementação do ensino híbrido depende fortemente da capacidade de integrar essas duas dimensões: a cognição distribuída e a inteligência coletiva. Durante a pandemia de COVID-19, muitas instituições de ensino adotaram modelos híbridos para garantir a continuidade das atividades educacionais, revelando a importância de tecnologias que suportam essas práticas. A internet e suas ferramentas digitais tornam-se essenciais nesse contexto, ao possibilitar que os estudantes se conectem e colaborem, independentemente de estarem presentes fisicamente no mesmo espaço. A flexibilidade proporcionada pelo ensino híbrido permite que a cognição se distribua entre os alunos, e que a inteligência coletiva floresça em um ambiente colaborativo,

favorecendo o aprendizado.

Em resumo, a cognição distribuída e a inteligência coletiva são componentes-chave no processo de implementação do ensino híbrido que, mesmo depois da pandemia, perdura nas instituições de ensino superior. Elas permitem que os alunos trabalhem juntos, compartilhem conhecimento e ampliem suas capacidades cognitivas por meio da interação com artefatos tecnológicos. A internet, como mediadora desse processo, fornece a infraestrutura necessária para que essas interações ocorram de maneira eficiente, promovendo um ambiente de aprendizado adaptado às necessidades contemporâneas de flexibilidade e colaboração.

3. METODOLOGIA

Este estudo utilizou uma abordagem exploratória e qualitativa, com o objetivo de investigar como as ferramentas digitais da cibercultura podem promover processos de cognição distribuída e fomentar experiências de inteligência coletiva em atividades educacionais colaborativas. A metodologia foi estruturada com base na pesquisa participante, permitindo a interação direta entre o pesquisador e o grupo focal, possibilitando uma análise mais rica dos fenômenos observados.

Os participantes do estudo foram cinco alunos do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal na cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Esses alunos, com idades entre 13 e 14 anos, estavam envolvidos em um projeto de ensino híbrido, que incluía atividades presenciais e remotas, utilizando ferramentas digitais para colaborar em grupo. A escolha deste público foi estratégica devido ao formato de ensino híbrido adotado pela escola, além da disponibilidade e familiaridade dos estudantes com o uso de tecnologias digitais em atividades educacionais.

A escola em questão já possuía uma infraestrutura mínima para o uso de tecnologias digitais, como acesso à internet e laboratórios de informática, o que facilitou a implementação das atividades da pesquisa. Todos os alunos tinham experiência prévia com o uso de dispositivos eletrônicos e algumas ferramentas digitais, embora em níveis de proficiência variáveis. O grupo era formado por uma amostra diversa em termos de habilidades tecnológicas e acadêmicas, com diferentes graus de interesse nas disciplinas de ciências exatas e tecnologia. Essa diversidade permitiu observar como diferentes perfis de alunos interagiam com as ferramentas digitais e colaboravam entre si para construir o conhecimento.

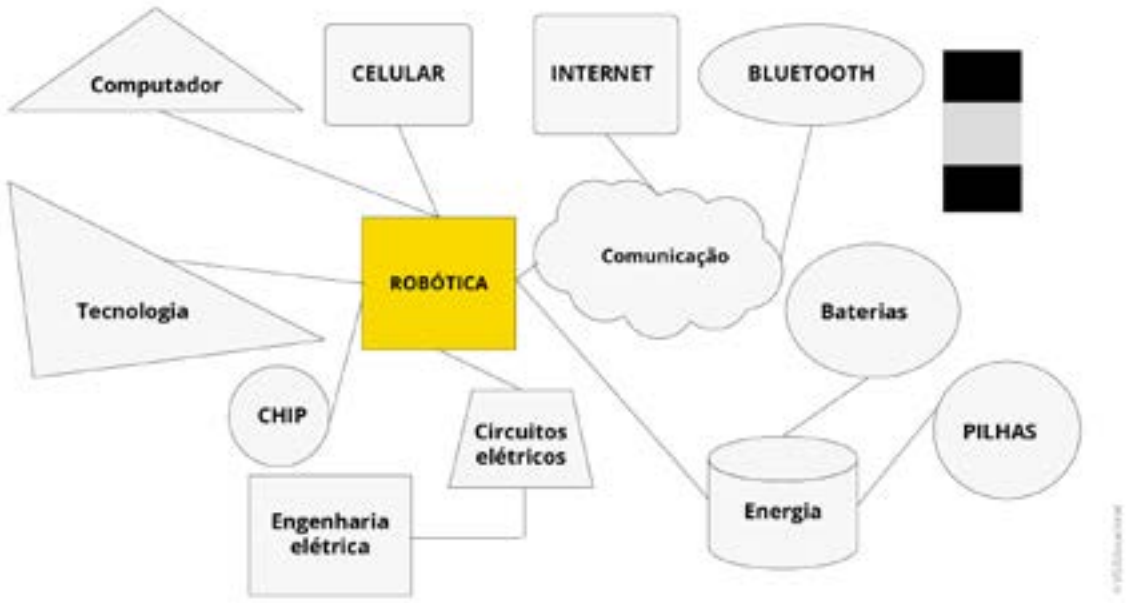
A participação dos alunos no estudo foi voluntária, e todos os responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), permitindo a coleta de dados durante o desenvolvimento das atividades. Além disso, a escola ofereceu suporte logístico e técnico para a realização das atividades, garantindo que todos os alunos tivessem acesso às ferramentas digitais necessárias, tanto nas atividades presenciais quanto remotas.

As atividades da pesquisa foram distribuídas em quatro encontros, realizados ao longo de um semestre letivo, cada um com duração aproximada de 1h30min. Durante esses encontros, os alunos participaram de atividades colaborativas focadas no uso de mapas mentais digitais e

robótica educacional. O desenvolvimento dessas atividades foi estruturado de forma a promover a cognição distribuída e permitir que os alunos experimentassem processos de inteligência coletiva no ambiente de ensino híbrido. Ao todo, as atividades foram distribuídas em 4 encontros abaixo detalhados.

Durante o **Encontro 1**, os alunos foram introduzidos ao conceito de mapas mentais digitais como uma ferramenta para organizar e compartilhar suas ideias. Eles aprenderam a utilizar uma plataforma digital colaborativa, como o Google Jamboard ou o Miro, para criar e editar mapas mentais em grupo. O objetivo desse encontro foi promover uma primeira interação dos alunos com a tecnologia, destacando como essa ferramenta poderia facilitar a comunicação e a organização do conhecimento de forma visual, permitindo que as ideias fossem estruturadas coletivamente.

Figura 1 – Primeiro Mapa Mental Criado pelos Alunos



Fonte: Os Autores (2024)

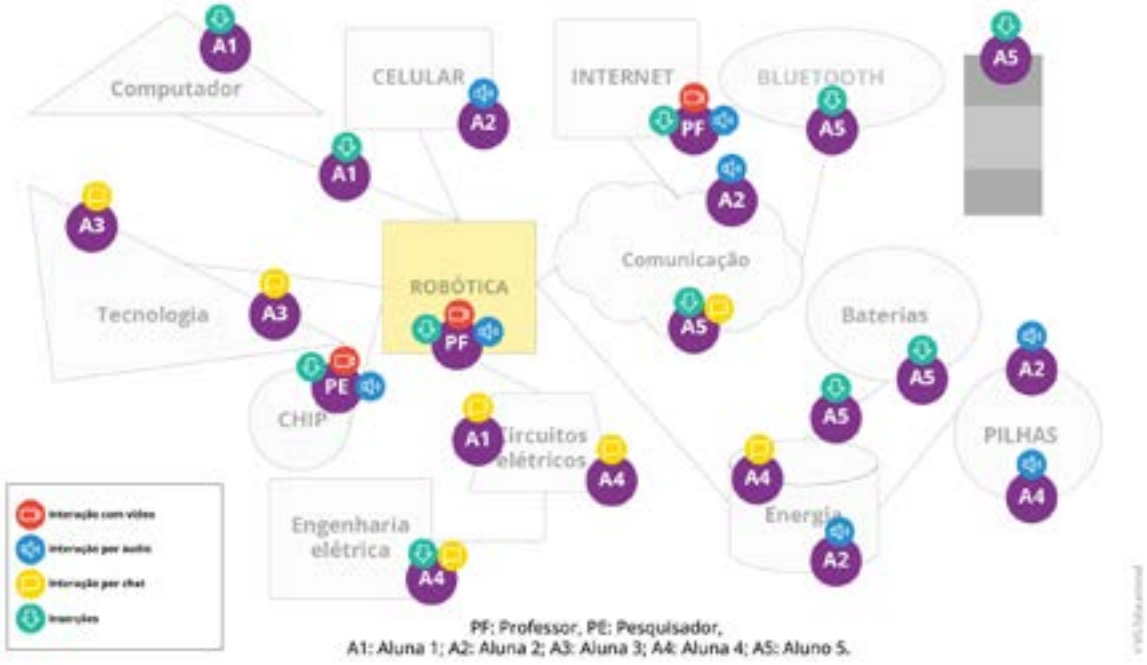
O **Encontro 2** foi realizado de forma remota, através de uma plataforma de videoconferência. Os alunos continuaram a trabalhar no projeto de robótica, colaborando tanto de maneira assíncrona quanto síncrona na revisão e atualização do mapa mental. Nessa etapa, o foco foi compreender como a cognição se distribuía em um ambiente totalmente digital, analisando a capacidade dos alunos de coordenar suas ações e construir conhecimento, mesmo sem estarem fisicamente presentes. O pesquisador observou o impacto da tecnologia na sincronicidade das interações e no processo de construção coletiva, evidenciando a flexibilidade das ferramentas digitais.

No **Encontro 3**, realizado de modo presencial, os alunos foram desafiados a aplicar os mapas mentais no planejamento e programação de um robô, utilizando kits de robótica, como o Lego Mindstorms. Cada grupo de alunos organizou suas ideias no mapa mental (Figura 1), distribuindo as tarefas relacionadas ao projeto. Essa etapa foi projetada para explorar como os processos de

cognição distribuída emergiam durante a colaboração, à medida que os alunos externalizavam suas ideias e planejavam as etapas do projeto de maneira compartilhada, permitindo uma divisão clara das responsabilidades e uma melhor coordenação das ações.

Finalmente, no **Encontro 4**, também realizado presencialmente, os alunos revisaram o mapa mental final e discutiram os resultados do projeto de robótica, refletindo sobre os desafios enfrentados ao longo do processo. Nessa fase, o foco foi avaliar a inteligência coletiva que emergiu desde a primeira colaboração digital, destacando como os alunos organizaram suas ideias, resolveram problemas de maneira colaborativa e compartilharam o aprendizado ao longo das atividades, consolidando o conhecimento adquirido e registrando no mapa mental (Figura 2).

Figura 2: Análise detalhada do primeiro mapa mental coletivo sobre robótica



Fonte: Os Autores (2024)

Os dados deste estudo foram analisados de maneira qualitativa, utilizando as categorias descritas previamente. O processo de análise seguiu três etapas principais, cada uma delas desempenhando um papel fundamental na organização e compreensão dos dados coletados.

A primeira etapa consistiu na Organização e Codificação dos Dados. Durante essa fase, os dados de observação, os mapas mentais e as transcrições das entrevistas foram organizados de acordo com as categorias temáticas estabelecidas previamente na metodologia. A codificação inicial teve como objetivo identificar padrões emergentes e temas recorrentes, como o papel das ferramentas digitais na colaboração entre os alunos, a forma como as tarefas foram distribuídas no ambiente de ensino híbrido e o impacto dessas ferramentas na organização e construção do conhecimento. Cada um desses aspectos foi cuidadosamente codificado, permitindo uma visão geral

das interações e das dinâmicas presentes nas atividades educacionais observadas. A organização dos dados foi essencial para estruturar a análise subsequente, garantindo que todas as informações relevantes fossem categorizadas de forma clara e acessível.

A segunda etapa foi a Análise Temática, que envolveu uma abordagem mais profunda e detalhada dos dados codificados. Durante essa fase, o foco foi direcionado para as interações entre os alunos e as ferramentas digitais utilizadas, com especial atenção à forma como a cognição distribuída se manifestou no ambiente de ensino. A análise temática buscou compreender como os alunos utilizaram as tecnologias, como os mapas mentais e as ferramentas colaborativas, para dividir tarefas, compartilhar ideias e construir conhecimento de maneira colaborativa. Essa etapa foi fundamental para identificar como as tecnologias digitais não apenas facilitaram a comunicação entre os participantes, mas também desempenharam um papel ativo na estruturação do pensamento coletivo. A análise temática revelou insights valiosos sobre o impacto da cognição distribuída nas atividades educacionais, destacando os benefícios e os desafios enfrentados pelos alunos ao utilizar essas tecnologias.

A última etapa, a Interpretação e Discussão, foi dedicada a uma análise crítica dos dados à luz da fundamentação teórica apresentada anteriormente. O foco desta fase foi entender como as interações digitais mediaram o processo de construção de conhecimento coletivo e como essas interações se alinham com as teorias de cognição distribuída e inteligência coletiva. A análise buscou relacionar os achados empíricos com os conceitos teóricos, destacando as implicações dos resultados para a prática pedagógica no ensino híbrido. A interpretação dos dados permitiu explorar não apenas o papel das tecnologias na promoção da colaboração, mas também os fatores que influenciam o sucesso ou os desafios na implementação dessas ferramentas em ambientes educacionais. Essa etapa forneceu uma base sólida para discutir como as descobertas do estudo podem ser aplicadas a contextos educativos futuros e sugerir melhorias no uso das tecnologias digitais para promover o aprendizado coletivo. Destaca-se que cada uma dessas etapas foi fundamental para o desenvolvimento de uma análise abrangente dos dados, garantindo que as nuances das interações e do uso das tecnologias fossem plenamente exploradas.

A análise dos dados coletados foi organizada a partir de quatro categorias centrais, de acordo com o quadro teórico adotado pelo autor, que busca compreender como as ferramentas digitais e o ensino híbrido promovem a cognição distribuída e a inteligência coletiva no ambiente educacional.

A primeira categoria, Inteligência Distribuída, investigou como a cognição é compartilhada entre os diferentes atores, artefatos e o ambiente educacional. O foco esteve em identificar como o uso de tecnologias digitais, como os mapas mentais e a robótica educacional, facilitou a distribuição do conhecimento entre os alunos e os recursos tecnológicos, promovendo um processo de construção coletiva de saberes. A partir dessa perspectiva, a pesquisa buscou entender como a interação entre os alunos e as ferramentas digitais ampliou as possibilidades de colaboração e aprendizado em um ambiente híbrido.

A segunda categoria, Valorização da Inteligência, explorou como as atividades educacionais e as ferramentas digitais promoveram o reconhecimento e a valorização das diferentes inteligências

individuais dentro do grupo. O estudo observou como a colaboração mediada pelas tecnologias permitiu que cada aluno contribuísse com suas habilidades específicas, enriquecendo o trabalho coletivo. Essa valorização foi percebida à medida que os alunos tiveram a oportunidade de aplicar suas competências de forma significativa, tanto na organização das atividades quanto na execução das tarefas práticas.

Na terceira categoria, Coordenação em Tempo Real, o estudo investigou a capacidade dos alunos de coordenar suas ações de forma síncrona, especialmente nas atividades que envolviam o uso de tecnologias digitais. Foram observados momentos em que as ferramentas digitais facilitaram a comunicação eficiente e a gestão adequada das tarefas, tanto em encontros presenciais quanto remotos. A possibilidade de realizar ajustes em tempo real e de compartilhar informações instantaneamente destacou o papel das tecnologias na facilitação da cognição distribuída e da inteligência coletiva no processo educacional.

Por fim, a quarta categoria, Mobilização de Habilidades Efetivas, analisou a capacidade dos alunos de mobilizar suas habilidades de maneira eficaz durante a execução das tarefas, especialmente nas atividades práticas, como a programação e montagem do robô educacional. A pesquisa buscou compreender como as ferramentas digitais permitiram que os alunos aplicassem seus conhecimentos de forma colaborativa e organizada, facilitando o aprendizado e a solução conjunta de problemas. A interação entre as habilidades dos alunos e as tecnologias utilizadas evidenciou o potencial das ferramentas digitais na promoção de uma aprendizagem mais dinâmica e cooperativa.

Assim, as quatro categorias formam um ciclo interdependente: a Inteligência Distribuída facilita a Valorização da Inteligência, que por sua vez se sustenta através de uma Coordenação em Tempo Real eficiente, culminando na Mobilização de Habilidades Efetivas. Juntas, elas explicam como as tecnologias digitais podem mediar processos educacionais complexos, promovendo um aprendizado mais colaborativo, dinâmico e eficaz em contextos de ensino híbrido.

Os dados foram analisados de forma qualitativa, utilizando as categorias descritas acima. A análise seguiu três etapas principais. Primeiramente, houve a Organização e Codificação dos Dados: os dados de observação, os mapas mentais e as transcrições das entrevistas foram organizados e codificados de acordo com as categorias temáticas. A codificação inicial permitiu a identificação de padrões e temas emergentes, como a colaboração digital, a distribuição de tarefas e o impacto das ferramentas digitais.

A segunda etapa foi a Análise Temática. Nessa fase, foi realizada uma análise temática aprofundada, focando nas interações entre os alunos e as ferramentas digitais. A análise buscou entender como a cognição distribuída se manifestou durante as atividades e como os alunos utilizaram as ferramentas digitais para colaborar e construir conhecimento de forma eficiente.

Por fim, ocorreu a Interpretação e Discussão. Nessa última etapa, os dados foram interpretados à luz da fundamentação teórica apresentada anteriormente, com o objetivo de compreender como as interações digitais mediaram o processo de construção de conhecimento coletivo. A análise discutiu os resultados no contexto das teorias de cognição distribuída e inteligência coletiva, destacando as implicações desses achados para o ensino híbrido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados coletados ao longo dos quatro encontros revelou evidências significativas de cognição distribuída e inteligência coletiva nas interações dos alunos com as ferramentas digitais e uns com os outros. O uso de mapas mentais digitais e os recursos de robótica educacional facilitaram a organização das ideias, o compartilhamento de conhecimento e a resolução colaborativa de problemas, tanto em atividades presenciais quanto remotas.

4.1 Manifestações de cognição distribuída

A cognição distribuída, conforme descrito por Hutchins (1995), ocorre quando os processos cognitivos são compartilhados entre os agentes (alunos), as ferramentas digitais (artefatos) e o ambiente de aprendizado. Durante as atividades observadas, essa cognição distribuída foi claramente facilitada pelos mapas mentais digitais, que atuaram como suportes externos para o armazenamento e organização do conhecimento em construção.

No Encontro 1, os alunos foram introduzidos à criação de mapas mentais colaborativos, e logo no início, já foi possível observar como o processo de cognição se distribuiu entre os indivíduos e a ferramenta digital. Ao inserirem informações no mapa mental de forma colaborativa, os alunos externalizaram suas ideias, permitindo que o grupo como um todo visualizasse e interagisse com o pensamento de cada membro. A externalização do pensamento, conceito central na cognição distribuída, foi evidente à medida que os alunos organizavam os tópicos no mapa mental e usavam o diagrama como uma referência para as discussões e a tomada de decisões.

Essa externalização também permitiu uma maior fluidez na comunicação e na colaboração. Ao longo do Encontro 3, quando os alunos começaram a utilizar o mapa mental para planejar a construção do robô, ficou evidente que o uso desse artefato reduzia a carga cognitiva individual. O mapa mental atuou como um recurso externo para armazenar informações sobre as etapas do projeto, liberando a memória dos alunos para que eles pudessem se concentrar em tarefas específicas, como a programação e montagem do robô. Esse processo é descrito por Scaife e Rogers (1996) como *offloading*, no qual representações externas (neste caso, o mapa mental) diminuem o esforço cognitivo, permitindo que os alunos trabalhem de forma mais eficaz e organizada.

Além disso, a distribuição cognitiva entre os alunos foi observada na forma como as tarefas foram divididas com base nas habilidades individuais de cada participante. Por exemplo, um aluno que possuía maior proficiência em matemática assumiu a liderança na parte de cálculos e medidas do projeto, enquanto outro aluno, com experiência em programação, concentrou-se nas funções de codificação do robô. Essa divisão das tarefas ilustra como a cognição distribuída se manifesta em contextos colaborativos, onde o conhecimento e as habilidades de cada indivíduo são complementares, resultando em um trabalho coletivo mais eficiente.

Durante este Encontro 2, realizado de forma remota, a cognição distribuída foi observada no ambiente virtual. Mesmo à distância, os alunos continuaram a colaborar através da plataforma

de videoconferência e do mapa mental digital, que permaneceu como uma representação externa do conhecimento compartilhado. Durante essa etapa, o mapa mental serviu como um ponto de referência comum, onde cada aluno podia adicionar, revisar e reorganizar informações conforme necessário. Esse processo de edição colaborativa demonstrou como as ideias de cada aluno eram integradas ao conhecimento coletivo, reforçando o caráter distribuído da cognição, tanto no ambiente presencial quanto remoto.

4.2 Manifestações de inteligência coletiva

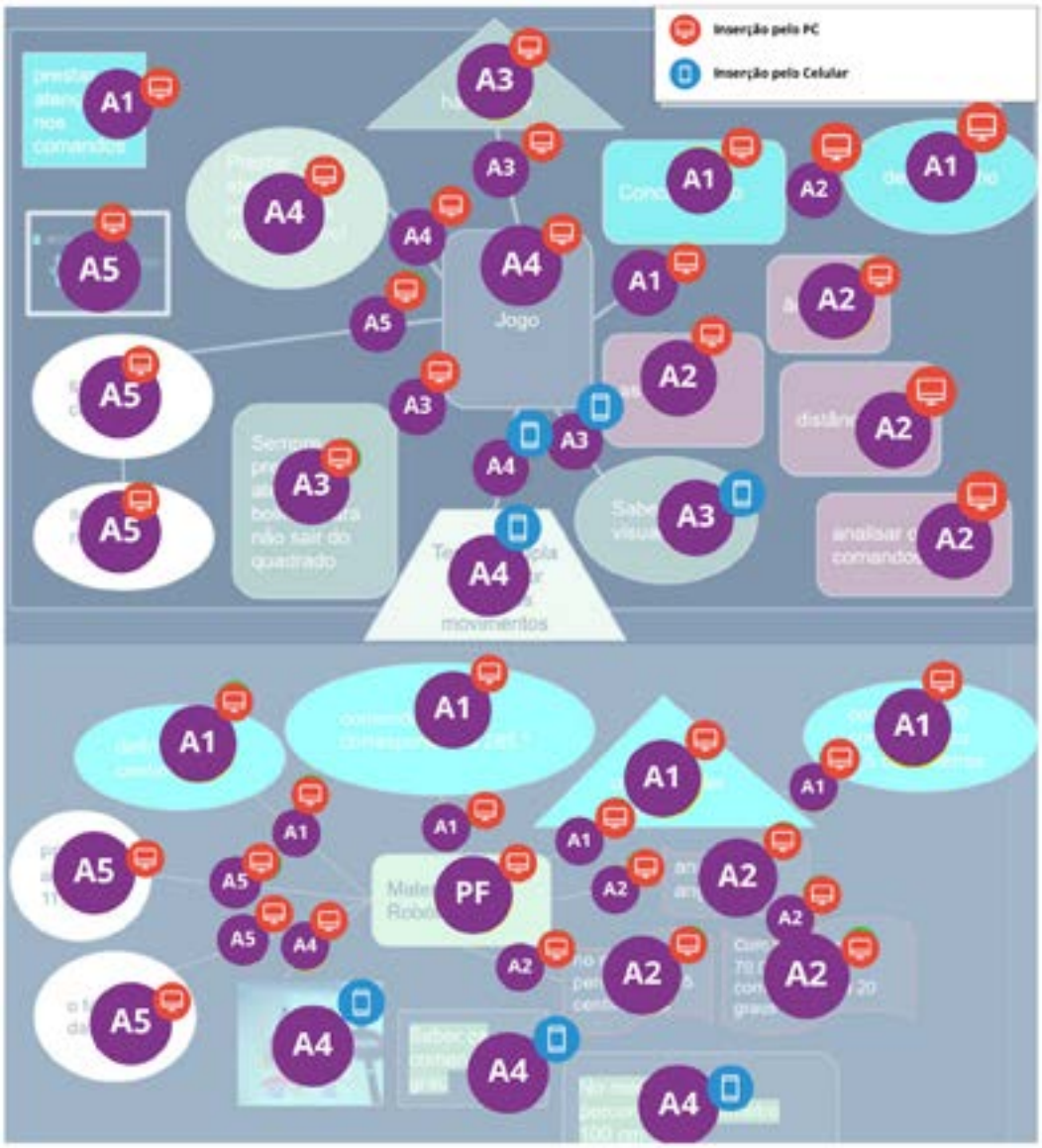
A inteligência coletiva, como definida por Pierre Lévy (1999), envolve a capacidade de um grupo de indivíduos de coordenar seu conhecimento e habilidades para alcançar resultados que superam a soma das partes. Durante os encontros, a manifestação da inteligência coletiva tornou-se particularmente visível à medida que os alunos colaboravam para resolver problemas e completar as atividades de robótica educacional, utilizando as tecnologias digitais como suporte.

Mesmo à distância, o grupo conseguiu manter a coordenação e a coesão, utilizando o mapa mental como uma ferramenta de apoio à cognição distribuída e à inteligência coletiva. A capacidade dos alunos de colaborar de forma eficiente, apesar das limitações do ambiente remoto, destaca o papel crucial das tecnologias digitais na facilitação da inteligência coletiva em contextos de ensino híbrido.

Outro exemplo de inteligência coletiva foi observado no Encontro 3, de modo presencial, em um ambiente tecnológico, onde o processo de construção e programação do robô exigiu uma colaboração intensa entre os alunos. Eles utilizaram o mapa mental digital para distribuir as tarefas e acompanhar o progresso de cada etapa do projeto. A inteligência coletiva emergiu qua ndo os alunos, com diferentes níveis de conhecimento e habilidades, contribuíram de maneira complementar para a conclusão da tarefa. Um aluno destacou: *"Eu sabia programar, mas não era tão bom com os cálculos de medidas, então meu colega me ajudou nisso. Juntos, conseguimos fazer o robô funcionar."* Essa declaração reflete o papel central da inteligência coletiva, onde o grupo, como um todo, foi capaz de integrar as contribuições individuais para resolver um problema complexo que nenhum aluno conseguiria resolver sozinho.

Essa inteligência coletiva foi particularmente evidente quando os alunos revisaram o mapa mental durante o Encontro 4, refletindo sobre suas contribuições individuais e como elas foram integradas no trabalho final (Figura 3). O mapa mental, que no início da atividade estava fragmentado e com informações desconexas, evoluiu para uma representação coesa do planejamento e execução do projeto de robótica, demonstrando o sucesso da colaboração e da inteligência coletiva no ambiente de aprendizado.

Figura 3 - Análise do último mapa mental coletivo sobre robótica, elaborado nos dois encontros finais.



PF: Professor, PE: Pesquisador, A1: Aluna 1; A2: Aluna 2; A3: Aluna 3; A4: Aluna 4; A5: Aluno 5.

Fonte: Os Autores (2024)

Durante os quatro encontros, foi possível observar os três elementos-chave presentes em processos de cognição distribuída (Hollan; Hutchins; Kirsh, 2000). O primeiro ponto são as cognições que se distribuem entre os membros de um grupo social, que neste caso são alunos e professor. O segundo elemento é que o processo envolve coordenação entre estruturas internas e externas, ou seja, cognitivas e ambientais. Durante as atividades os alunos eram motivados a utilizarem-se de habilidades efetivas que envolvem comunicação, raciocínio lógico, empatia, colaboração e domínio tecnológico.

O terceiro elemento é relativo aos processos serem distribuídos temporalmente, de maneira que os resultados de eventos anteriores conseguem transformar a natureza de eventos posteriores.

Este ponto ficou evidente na evolução dos alunos a cada aula, quanto ao manejo e compreensão dos mapas mentais. Os mapas mentais contribuíram para que cognições produzidas nos primeiros e segundos encontros remotos fossem distribuídas para as atividades realizadas no terceiro e quarto encontros presenciais. Assim, cada atividade influenciou no andamento da seguinte, e não se chegaria ao resultado colaborativo final sem as etapas anteriores.

Também observamos nas quatro atividades a presença de processos de inteligência coletiva. A coordenação em tempo real deu-se na condução das atividades, no primeiro encontro, o qual conduzimos, e nos encontros seguintes conduzidos pelo professor, além da coordenação entre os alunos, que se intensificou ao longo dos encontros. A valorização da inteligência se deu, em especial, nos momentos em que os alunos se deram conta do que conseguiam fazer por meio das tecnologias, além das pequenas compreensões sobre como utilizar cada elemento da matemática em um contexto de cultura digital. A mobilização de habilidades efetivas expressou-se nas competências digitais e emocionais empregadas na realização das atividades, seja no manejo dos artefatos tecnológicos quanto no trabalho em equipe.

A implementação da Sala de Aula Invertida em atividades educacionais promoveu maior autonomia e desenvolveu a capacidade de colaboração entre os alunos. Segundo Oliveira, Macedo e Rauta (2023), "a SAI contribuiu para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, rápido e prazeroso" (Oliveira; Macedo; Rauta, 2023, p. 45). Isso se alinha aos resultados encontrados no presente estudo, onde as ferramentas digitais possibilitaram a externalização das ideias e a construção conjunta do conhecimento.

As tecnologias digitais, particularmente os mapas mentais colaborativos, desempenharam um papel central no sucesso das atividades colaborativas, facilitando tanto a cognição distribuída quanto a inteligência coletiva. Os mapas mentais forneceram uma interface visual e intuitiva que permitiu aos alunos externalizar suas ideias, organizar informações e colaborar em tempo real, tanto em encontros presenciais quanto remotos.

Os resultados mostraram que, no ambiente de ensino híbrido, as ferramentas digitais oferecem a flexibilidade necessária para que os alunos possam colaborar de maneira eficaz, independentemente de sua localização física. A capacidade de os alunos acessarem e editarem o mapa mental de forma síncrona e assíncrona demonstrou como a cognição distribuída pode transcender as limitações temporais e espaciais, promovendo a inteligência coletiva em um ambiente de ensino flexível.

Os depoimentos dos alunos indicaram que as ferramentas digitais não apenas facilitaram a organização do trabalho em grupo, mas também aumentaram o engajamento e a motivação, à medida que todos podiam visualizar o progresso do projeto e contribuir de maneira significativa. Um aluno relatou: *"Era bom ver no mapa mental o que todo mundo estava fazendo, porque assim a gente sabia que estava indo na direção certa."* Esse feedback confirma a importância dos artefatos digitais na promoção de uma visão compartilhada do trabalho em andamento, elemento central tanto na cognição distribuída quanto na inteligência coletiva.

Apesar dos resultados positivos, a pesquisa também revelou desafios no processo de implementação das atividades. Um dos principais desafios foi a acessibilidade tecnológica. Durante

o Encontro 2, alguns alunos enfrentaram dificuldades com a conexão à internet, o que prejudicou a continuidade da colaboração remota. Esses obstáculos evidenciam a necessidade de uma infraestrutura tecnológica robusta para garantir que todos os alunos possam participar plenamente das atividades, especialmente em contextos de ensino híbrido, onde a participação remota é essencial.

Outro desafio observado foi o nível de familiaridade dos alunos com as ferramentas digitais. Embora os mapas mentais tenham se mostrado eficazes como ferramentas de apoio à cognição distribuída e à inteligência coletiva, alguns alunos, inicialmente, tiveram dificuldades em utilizar a plataforma digital. No entanto, à medida que os encontros progrediram, esses alunos começaram a se sentir mais confortáveis com a tecnologia, indicando que a prática contínua e o suporte técnico podem ajudar a superar essas barreiras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo explorou como o uso de tecnologias digitais, em particular os mapas mentais colaborativos e os recursos de robótica educacional, pode promover a cognição distribuída e a inteligência coletiva em contextos de ensino híbrido. A pesquisa revelou que essas ferramentas não apenas facilitam a interação entre os alunos, mas também contribuem para uma reorganização das práticas pedagógicas, onde a distribuição da cognição e a co-criação do conhecimento se tornam centrais.

Um aspecto fundamental que emerge da investigação é o papel das tecnologias digitais como mediadoras não apenas da aprendizagem, mas também da transformação do ambiente educacional. Ao proporcionar espaços onde os alunos colaboram em tempo real e externalizam seu pensamento, as ferramentas digitais demonstram potencial para reduzir a dependência do formato tradicional de ensino, que ainda prevalece em muitos contextos educacionais. Esse estudo propõe que o ensino híbrido, apoiado por tecnologias, oferece uma resposta inovadora e adaptável a cenários emergenciais, sejam eles crises de saúde pública, como a pandemia de COVID-19, ou desastres naturais que interrompam o acesso físico às escolas.

Outro elemento central, ainda pouco explorado em outros estudos, é a capacidade do ensino híbrido de criar uma cultura de aprendizagem coletiva, onde a inteligência coletiva se desenvolve de forma autossustentável. Observou-se que, ao longo das atividades, os alunos não só se engajaram no uso das ferramentas, mas também passaram a valorizar e promover o aprendizado em grupo, integrando-se de forma mais ativa ao processo de construção do conhecimento. Esse desenvolvimento vai além das metas pedagógicas convencionais e sugere que o uso contínuo de práticas baseadas na cognição distribuída pode moldar uma nova geração de aprendizes, preparados para lidar com ambientes colaborativos, interconectados e complexos.

Além disso, ao conceber o ensino híbrido como um processo contínuo de aprimoramento, o estudo aponta para a necessidade de instituições educacionais investirem na qualificação desses ambientes, explorando o uso mais sofisticado de ferramentas colaborativas para apoiar a

formação integral dos alunos. A adoção do ensino híbrido como uma prática permanente deve ser acompanhada por uma revisão constante das tecnologias e das metodologias empregadas, para assegurar que o potencial de cognição distribuída e inteligência coletiva se expanda continuamente.

Os resultados da pesquisa também levantam algumas questões que merecem um aprofundamento em estudos futuros. Uma área relevante para investigação é a análise de como diferentes tecnologias específicas impactam o desenvolvimento de inteligência coletiva e cognição distribuída em disciplinas variadas. Além disso, seria importante investigar se a prática contínua de atividades colaborativas em ambientes híbridos pode impactar, de forma permanente, as competências de trabalho em equipe e resolução de problemas dos alunos.

Outra questão relevante seria examinar a percepção dos alunos e professores sobre a efetividade do ensino híbrido mediado por tecnologias digitais na promoção de um aprendizado mais colaborativo e resiliente. Por fim, a análise longitudinal de práticas de ensino híbrido, ao longo de um ciclo escolar completo, poderia fornecer uma visão mais abrangente de como a cognição distribuída e a inteligência coletiva evoluem e se consolidam como práticas pedagógicas.

Por fim, este estudo sugere que o ensino híbrido, mediado pela cognição distribuída e pela inteligência coletiva, transcende as adaptações temporárias para crises e torna-se um modelo de ensino com potencial transformador, que atende a um perfil de aluno cada vez mais digital e conectado. A exploração dessas tecnologias, quando devidamente integrada ao currículo, pode criar ambientes educacionais mais resilientes, colaborativos e orientados para o futuro, preparados para lidar com as demandas de um mundo em constante mudança.

REFERÊNCIAS

COSTA, P. J. **Processos educativos baseados em cognição distribuída voltados a experiências de inteligência coletiva com tecnologias da cibercultura**. 2021. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021. Disponível em: http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/2230. Acesso em: 29 abr. 2025.

HOLLAN, J.; HUTCHINS, E.; KIRSH, D. Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, [*S. l.*], v. 7, n. 2, p. 174-196, 2000.

HUTCHINS, E. **Cognition in the Wild**. Cambridge: MIT Press, 1995.

JENKINS, H. **Convergence Culture**: Where Old and New Media Collide. New York: New York University Press, 2008.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

MORAN, J. M. **Ensino híbrido**: um conceito amplo e flexível. São Paulo: Educação em Revista, 2020.

OLIVEIRA, C. M. de; MACEDO, S. da H.; RAUTA, M. Ensino e aprendizagem de instrumentos de teclas: contribuições da sala de aula invertida. ***R*evista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, [*S. l.*], v. 21, n. 1, 2023. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/147102. Acesso em: 5 set. 2024.

SCAIFE, M.; ROGERS, Y. External cognition: how do graphical representations work? **International Journal of Human-Computer Studies**, [*S. l.*], v. 45, p. 185-213, 1996.