

ARTIGO ORIGINAL

Revisão sistemática da literatura sobre softwares de anotações digitais para aprendizado

Systematic literature review on digital note-taking software for learning

Daniel de Alencar Carvalho ¹ and Laurindo de Sousa Britto Neto ¹

¹Departamento de Computação (DC) – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina – PI – Brasil

*{daniel_alencar, laurindoneto}@ufpi.edu.br

Recebido: 2024-02-28. Revisado: 2024-07-15. Aceito: 2024-07-31.

Resumo

Como parte essencial do processo de aprendizagem, a prática de fazer anotações beneficia os estudantes na compreensão e revisão do material. O avanço tecnológico e a ubiquidade dos dispositivos eletrônicos têm revolucionado as práticas educacionais tradicionais, especialmente no que se refere à realização de anotações. Este trabalho realiza uma análise abrangente do estado da arte dos softwares de anotações digitais, reconhecendo suas funcionalidades, o contexto no qual estão inseridos e seus impactos no processo educacional. O estudo revela que os softwares de anotações digitais não apenas facilitam a interação com o material de estudo, mas também transformam a educação em uma experiência mais flexível, apoiando diversas modalidades de ensino e aprendizagem.

Palavras-Chave: Interação Humano-Computador; Processo de Aprendizagem; Revisão Sistemática da Literatura; Software de Anotação Digital

Abstract

As an essential part of the learning process, the practice of note-taking benefits students in understanding and reviewing the material. Technological advancements and the ubiquity of electronic devices have revolutionized traditional educational practices, especially regarding note-taking. This work conducts a comprehensive analysis of the state of the art of digital annotation software, acknowledging their functionalities, the context in which they are embedded, and their impacts on the educational process. The study reveals that digital annotation software not only facilitate interaction with study material but also transform education into a more flexible experience, supporting various teaching and learning modalities.

Keywords: Digital Annotation Software; Human-Computer Interaction; Learning Process; Systematic Literature Review.

1 Introdução

A prática de fazer anotações é essencial para os estudantes (Dror, 2007), oferecendo alívio ao processamento cognitivo, auxiliando na memória a longo prazo e liberando a cognição para processos a curto prazo (Dror e Harnad, 2008). Duas potenciais funções da prática da anotação

foram definidas: codificação e armazenamento externo (Di Vesta e Gray, 1972; Kiewra, 1985).

A função de codificação das anotações permite uma melhor retenção de informações em comparação com apenas ouvir (Di Vesta e Gray, 1972). Anotar possibilita aos alunos registrar associações, inferências e conexões com conhecimentos prévios (Di Vesta e Gray, 1972). A função de arma-

zenamento externo das anotações proporciona benefícios adicionais ao aprendizado, permitindo revisões pós-aula e aliviando a sobrecarga de memória (Di Vesta e Gray, 1972; Kiewra et al., 1991). Esse processo é apoiado pelo efeito de repetição, facilitando a retenção e recuperação da informação (Bromage e Mayer, 1986).

Os avanços tecnológicos levaram estudantes a usar *laptops* para anotações em sala de aula (Morehead et al., 2019). Estudos comparativos divergem sobre a eficácia sobre os meios de anotação que proporcionam melhores resultados aos estudantes. Bui et al. (2013) observaram melhores resultados para anotadores de *laptop*, mas Mueller e Oppenheimer (2014) mostraram superioridade para anotadores manuscritos quando as anotações eram revisadas. Ambos estudos notaram que anotações de *laptop* continham mais transcrições verbais, enquanto anotadores manuscritos adotavam uma abordagem mais generativa, utilizando suas próprias palavras e incluindo ilustrações. Por outro lado, Morehead et al. (2019), considerando o contexto de revisão das anotações, não encontraram diferenças significativas de desempenho entre os dois meios.

A tecnologia digital na sala de aula apresenta desafios, especialmente devido à distração que os *laptops* podem causar (Spitzer, 2014). Estudos mostraram que os usuários de *laptop* gastaram considerável tempo em distrações durante as aulas, dedicando apenas 40% a 60% do tempo em anotações (Ravizza et al., 2017). Embora o uso de *tablets* possa reduzir a distração, a eficácia em comparação ao papel e caneta é questionada (Mang e Wardley, 2012). Kalnikaitė e Whittaker (2008) não encontraram diferenças imediatas entre anotar com papel/caneta e *tablet*/caneta. Porém, após trinta dias, os participantes que utilizaram *tablets* apresentaram melhor desempenho. As anotações, tanto em papel/caneta quanto em *tablet*/caneta, foram semelhantes em quantidade, qualidade e forma.

Embora as anotações digitais sejam mais convenientes em termos de leitura, pesquisa e edição, a falta de *softwares* especializados ainda leva muitos alunos a preferirem o papel e a caneta (Ward e Tatsukawa, 2003). Bauer e Koedinger (2006) destacaram que os *softwares* de anotações digitais precisam promover um envolvimento ativo e permitir revisões eficientes para serem eficazes. Um aplicativo que apenas permite a transcrição ou cópia de anotações pré-existent, em vez de incentivar a elaboração pessoal, é menos eficiente e pode comprometer a experiência de aprendizagem (Bauer e Koedinger, 2006).

Abordagens digitais, como *softwares*, *slides*, vídeos e métodos de *e-learning*, têm se tornado cada vez mais comuns no processo de ensino e aprendizagem (Lacka et al., 2020). A educação em sala de aula não se resume mais à leitura de livros e à escrita no quadro-negro. Ela está evoluindo para incluir novas formas de gerenciar e processar informações, incluindo a maneira como as anotações são feitas (Schnackenberg, 2013; Stacy e Cain, 2015).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é, por meio de uma revisão sistemática da literatura, analisar o estado da arte dos *softwares* de anotações digitais para aprendizado, buscando reconhecer como esses *softwares* evoluíram ao longo do tempo para impactar positivamente no ambiente educacional. Na Fig. 1 pode ser visto um exemplo da interface de um *software* de anotação digital, que utiliza uma abordagem multimodal (veja a Seção 3 para mais detalhes).

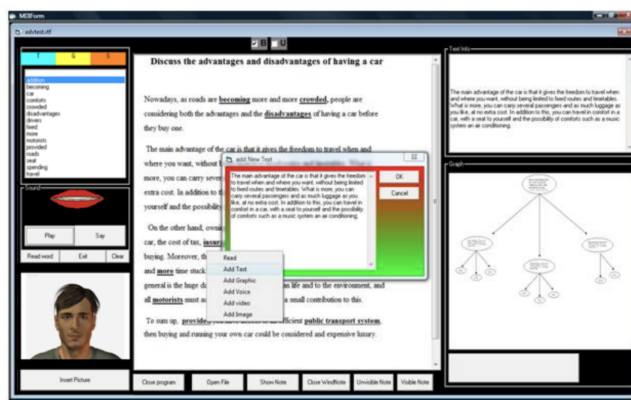


Figura 1: Exemplo de interface de *software* de anotação digital multimodal (Rigas e Sallam, 2010).

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 descreve a metodologia utilizada na revisão sistemática; a Seção 3 apresenta os resultados da revisão de literatura; a Seção 4 analisa, discute e identifica tendências de como os trabalhos selecionados se alinham e contribuem para o campo do ensino e aprendizagem digital, fornecendo *insights* para novos pesquisadores na área; e, por fim, a Seção 5 conclui o trabalho.

2 Metodologia

Neste trabalho foi utilizada a ferramenta *State of the Art through Systematic Review* (StArt) (Hernandes et al., 2012) para realizar uma revisão sistemática da literatura baseada na metodologia PRISMA (Moher et al., 2009) e nas diretrizes de Kitchenham e Charters (2007), procurando responder à seguinte questão de pesquisa: “Como os *softwares* de anotações digitais evoluíram ao longo do tempo para impactar positivamente no ambiente educacional?”.

As seguintes etapas foram seguidas:

- i. **Planejamento:** definição das questões de pesquisa, palavras-chave, bases de busca bibliográfica e critérios de seleção;
- ii. **Execução:** busca nas bases bibliográficas escolhidas;
- iii. **Seleção:** leitura dinâmica dos trabalhos, respondendo aos critérios de inclusão e exclusão;
- iv. **Extração:** leitura completa dos trabalhos selecionados, respondendo às questões de pesquisa e reaplicando os critérios de inclusão e exclusão;
- v. **Sumarização:** criação da tabela com o resumo dos artigos, baseado nas questões de pesquisa definidas.

2.1 Definição das Questões de Pesquisa

Com base na questão de pesquisa inicial, foram elaboradas outras perguntas, que foram aplicadas a cada um dos estudos selecionados em uma etapa posterior.

- i. Qual a solução de *software* proposta pelo estudo?
- ii. Qual a base teórica da solução proposta?
- iii. Qual a motivação da solução proposta?

- iv. Quais as funcionalidades da solução proposta?
- v. Qual o impacto educacional da solução proposta?

A partir desses questionamentos, o estudo teve como objetivo investigar as soluções pedagógicas apresentadas na literatura, compreender suas motivações, identificar as funcionalidades implementadas e avaliar os impactos educacionais decorrentes dessas soluções. O trabalho oferece uma visão abrangente e detalhada das inovações e contribuições dos *softwares* de anotações digitais na educação, servindo como guia para pesquisadores e profissionais da área.

2.2 Seleção das Bases Bibliográficas

As bases bibliográficas *IEEE Xplore Digital Library* (IEEE Xplore), *ACM Digital Library* (ACM) e *Elsevier's Scopus* (Scopus) foram selecionadas por seus vastos acervos, relevância em ciência da computação e acessibilidade pública ou institucional. A biblioteca ACM é híbrida, indexando trabalhos de outras bases, enquanto a Scopus é um motor de busca que retorna artigos de diversas bases, algumas acessíveis publicamente. Por exemplo, a Scopus indexou muitos artigos da base bibliográfica Springer, embora nem todos fossem acessíveis. ACM e IEEE Xplore também foram indexados pela Scopus, resultando em alguns artigos duplicados detectados pela StArt.

2.3 Processo de Busca

Com o auxílio do mecanismo de análise de palavras-chave (*Keyword Analysis*) fornecido pela ferramenta StArt, o processo de busca nas bases bibliográficas foi realizado de forma empírica e iterativa. O mecanismo fornece uma lista de frequência das palavras-chave presentes nos artigos importados, iniciando o processo de busca com palavras-chave como “*note taking*”, “*learning*”, “*digital*” e “*software*”. Iterativamente, novas palavras-chave foram identificadas, como “*application*” e “*learning systems*”, refinando a *string* de busca. Termos como “*education*” e “*computer-aided instruction*” também foram essenciais para o refinamento da busca. A *string* de busca final foi definida como (“*note taking*” AND (“*learning*” OR “*education*”) AND (“*computer*” OR “*digital*”) AND (“*system*” OR “*software*” OR “*application*” OR “*aided*”)).

Conforme pode ser visto na [Tabela 1](#), a *string* de busca foi reformulada para se adequar aos filtros de busca de cada base bibliográfica.

A última busca foi realizada em fevereiro de 2023, sugerindo que um número maior de trabalhos poderá ser encontrado em buscas futuras, pois as bases periodicamente incrementam seus acervos. A contribuição das bases de busca bibliográfica para os estudos encontrados, com base nas *strings* de busca utilizadas, é exibida na [Fig. 2](#).

2.4 Triagem de Artigos

Os critérios para seleção (inclusão e exclusão) para a Triagem de Artigos foram definidos em conformidade com os objetivos e questões de pesquisa.

Tabela 1: Bases bibliográficas e *strings* de busca.

Base Bibliográfica	String de Busca
Scopus	TITLE-ABS-KEY(“ <i>note taking</i> ” AND (“ <i>learning</i> ” OR “ <i>education</i> ”) AND (“ <i>computer</i> ” OR “ <i>digital</i> ”) AND (“ <i>system</i> ” OR “ <i>software</i> ” OR “ <i>application</i> ” OR “ <i>aided</i> ”)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , “COMP”))
IEEE	“ <i>note taking</i> ” AND (“ <i>learning</i> ” OR “ <i>education</i> ”) AND (“ <i>computer</i> ” OR “ <i>digital</i> ”) AND (“ <i>system</i> ” OR “ <i>software</i> ” OR “ <i>application</i> ” OR “ <i>aided</i> ”)
ACM	Title:(“ <i>note taking</i> ”) AND Full-Text:(“ <i>learning</i> ” OR “ <i>education</i> ” OR “ <i>computer</i> ” OR “ <i>digital</i> ” OR “ <i>system</i> ” OR “ <i>software</i> ” OR “ <i>application</i> ” OR “ <i>aided</i> ”)

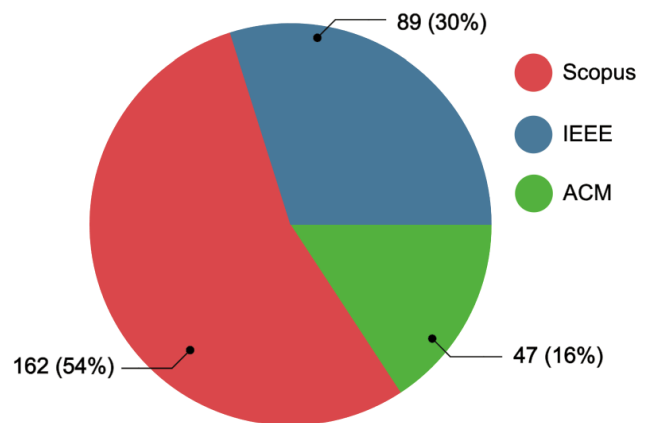


Figura 2: Quantidade de estudos encontrados em cada base de busca bibliográfica observada.

i. Critérios de Inclusão:

- É escrito em inglês AND;
- É acessível de forma pública ou institucional AND;
- Implementa um *software* de anotações digitais para aprendizado.

ii. Critérios de Exclusão:

- Não estar em conformidade com os Critérios de Inclusão.

iii. **Processo de Seleção dos Estudos:** Os estudos foram selecionados por meio da leitura dinâmica do artigo completo, verificando sua adequação aos critérios de seleção. Artigos que não atendiam a todos os critérios de inclusão foram excluídos com base no critério de exclusão “Não estar em conformidade com os Critérios de Inclusão”.

A busca inicial nas bases de dados resultou em 47 artigos da ACM, 89 da IEEE Xplore e 162 da Scopus. Após identificar e remover 41 duplicações dos 298 estudos inicialmente encontrados, restaram 257 trabalhos. Dentre esses, 184 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, resultando em 73 artigos aceitos para a fase

de extração. Mais detalhes sobre a distribuição dos artigos aceitos, rejeitados e duplicados podem ser vistos na Fig. 3.

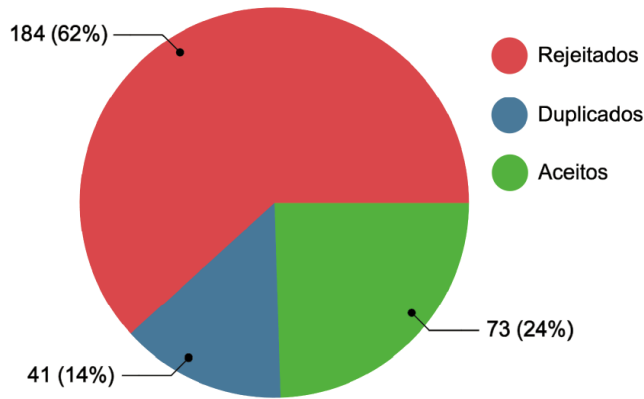


Figura 3: Quantidade de estudos aceitos, rejeitados e duplicados na fase de seleção.

2.5 Extração de Dados e Sumarização

Durante a fase de extração de dados, cada artigo selecionado foi lido integralmente para aplicar os critérios de inclusão e exclusão de forma concisa. A leitura detalhada foi crucial para confirmar a aderência dos estudos ao escopo da pesquisa. Alguns artigos, embora propondo ideias inovadoras para ferramentas de anotação digital, foram rejeitados por não avançarem para a fase de implementação dessas tecnologias, não atendendo ao objetivo principal da revisão sistemática.

A base IEEE Xplore teve oito estudos aceitos, a ACM teve 13 e a Scopus teve 20, totalizando 41 artigos que satisfizeram os critérios de inclusão. Na fase final de sumarização, as soluções de *software* foram agrupadas com base em suas fundamentações teóricas e motivações, contextualizando sua implementação e resultados alcançados. A Fig. 4 apresenta a quantidade de estudos aceitos e rejeitados na fase de extração.

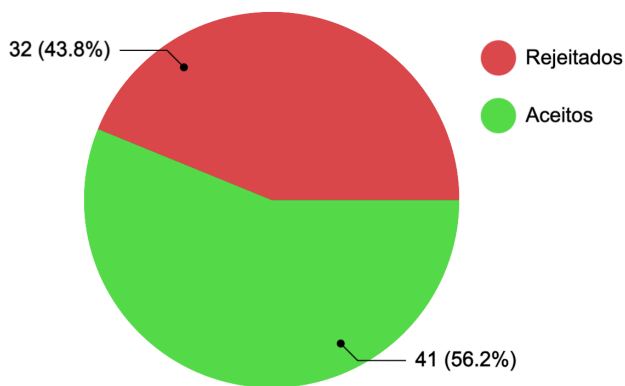


Figura 4: Quantidade de estudos aceitos e rejeitados na fase de extração.

3 Resultados

Para a apresentação e análise dos resultados, os trabalhos aceitos foram classificados segundo suas fundamentações teóricas e motivações. Embora cada artigo apresente uma solução de *software* única, eles compartilham de bases teóricas e motivações em comum, o que possibilitou a organização dos trabalhos em seis categorias distintas:

- i. **Abordagens baseadas em Mapeamento de Conceitos:** *softwares* que facilitam a visualização e a interconexão de ideias.
- ii. **Abordagens Multimodais:** abordagens que integram diferentes modos de comunicação e interação.
- iii. **Abordagens Integrativas:** soluções focadas na sinergia entre múltiplos sistemas e documentos digitais.
- iv. **Abordagens baseadas em Digitalização:** ferramentas voltadas para a transformação de processos tradicionais em digitais.
- v. **Abordagens Ativas:** aplicações que promovem a participação ativa dos usuários no processo de aprendizagem.
- vi. **Abordagens Colaborativas:** *softwares* que incentivam e facilitam o trabalho colaborativo.

Essa classificação tem como objetivo facilitar o entendimento das variadas metodologias e enfoques adotados, proporcionando uma visão estruturada das soluções de *software* propostas.

A ordem de apresentação dos resultados foi definida de acordo com a categoria dos estudos, sendo apresentadas primeiro as categorias que obtiveram menor quantidade de artigos. Essa ordem visa introduzir gradualmente o leitor ao contexto dos *softwares* de anotação, começando pelas abordagens menos comuns para construir uma base teórica sólida antes de explorar as mais recorrentes. Assim, cada categoria será inicialmente contextualizada, ressaltando suas fundamentações teóricas e motivações, seguida pela apresentação detalhada de cada solução de *software* correspondente.

3.1 Abordagens baseadas em Mapeamento de Conceitos

As abordagens baseadas em Mapeamento de Conceitos (Mapeamento) permitem aos alunos esquematizar e visualizar suas anotações de forma estruturada, utilizando mapas conceituais para representar graficamente o material de estudo (Novak e Gowin, 1984). Essas técnicas classificam as anotações em lineares e não lineares (Boch e Piolat, 2005). Anotações lineares capturam informações na ordem recebida, enquanto as não lineares usam técnicas espaciais, como o mapeamento. Kozma (1992) sugeriu que mapas conceituais são eficientes para memória e Novak e Gowin (1984) observaram que ajudam na comunicação do conhecimento, facilitando a aprendizagem colaborativa e a auto-reflexão.

Apesar dessas vantagens, Kaivola e Lokki (2010) observaram que estudantes de Ciência da Computação enfrentaram dificuldades com anotações não lineares devido ao ritmo acelerado das palestras. Assim, anotações lineares e não lineares têm vantagens complementares: lineares são

eficazes para informações cuja estrutura não é conhecida, enquanto não lineares requerem processamento cognitivo mais intenso, melhorando a compreensão (Makany et al., 2009).

3.1.1 Softwares baseados em Mapeamento de Conceitos

No estudo de Reader e Hammond (1994), uma ferramenta foi desenvolvida para a criação e manipulação de mapas conceituais, permitindo aos usuários mapear e explorar conceitos interativamente. Os estudantes que utilizaram a ferramenta demonstraram uma reflexão mais crítica sobre os conceitos e suas interconexões, resultando em melhorias nos pós-testes.

Meng et al. (2016) apresentaram o HyNote, um *software* que otimiza o processo de anotações combinando anotações lineares com mapeamento. O HyNote permite inserir notas sequenciais e visualizar diagramas gerados automaticamente. Os participantes relataram uma melhor gestão de suas anotações e uma compreensão aprimorada das relações entre elas, facilitando a revisão de múltiplas disciplinas.

3.2 Abordagens Multimodais

As estratégias multimodais na interação humano-computador integram diferentes modalidades de comunicação para criar uma experiência mais fluida e interativa. Segundo Oviatt (2002), além do teclado, combinam-se múltiplas entradas, como escrita manual, voz e toque, aproveitando as vantagens específicas de cada modalidade. Por exemplo, a escrita manual oferece precisão espacial, enquanto a voz transmite informações linguísticas naturalmente. O uso de múltiplos canais sensoriais, como visual, tátil e sonoro, melhora a interação.

A chegada de abordagens multimodais utilizando reconhecimento de fala, olhar e gestos permite que sistemas computacionais tenham percepções similares às humanas (Oviatt, 2002). Na educação, abordagens multimodais enfrentam desafios como a ancoragem, que associa ações a coordenadas específicas do documento. Métodos implícitos, como rastreamento ocular e voz, integram anotações de forma mais fluida (Khan et al., 2021).

Stifelman et al. (1993) demonstraram que a anotação por voz é mais rápida e conveniente que a digitação, facilitando a captura de pensamentos espontâneos. Khan et al. (2020) destacaram que a anotação vocal contribui para uma compreensão conceitual mais profunda, sendo mais extensa e detalhada. Esse estilo de expressão, utilizando referências pessoais, amplia a compreensão do conteúdo (Jacob et al., 2020).

3.2.1 Softwares baseados em Abordagens Multimodais

No estudo de Rigas e Sallam (2010), foi proposta uma interface de *e-learning* com metáforas multimodais, incorporando gráficos visuais, *earcons*, narrações gravadas, vídeos e avatares. A integração desses elementos aumentou a eficiência e satisfação dos usuários, especialmente a combinação de fala e gráficos.

Xingya e Shibata (2018) propuseram o *software* Talking-Draw, que utiliza caneta e voz para desenhar diagramas

durante palestras. O sistema reconhece gestos de caneta e comandos de voz simultaneamente, facilitando a criação de diagramas de forma intuitiva.

O *software* Gavin, proposto por Khan et al. (2021), oferece uma solução multimodal de anotações para textos digitais em dispositivos móveis, permitindo anotações por voz vinculadas a passagens específicas do texto usando movimentos oculares para ancoragem. Os participantes destacaram a precisão e facilidade do processo, além da economia de tempo e esforço proporcionada.

3.3 Abordagens Integrativas

As abordagens integrativas, baseadas no princípio “*Concentrate and Avoid Interruption*” de Bederson (2004), visam minimizar interrupções no processo de aprendizagem, proporcionando uma experiência mais coesa e fluida. Essas estratégias criam ambientes de aprendizado que reduzem distrações, promovendo foco sustentado e facilitando a imersão dos alunos.

Segundo Graziadei et al. (1997), o aprendizado pode ser síncrono, como aulas presenciais, ou assíncrono, permitindo flexibilidade por meio da *internet* e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (*Virtual Learning Environments* – VLEs). Chan et al. (2005) discutiram a evolução dos VLEs, que agora incluem ferramentas para exames, gerenciamento de projetos e compartilhamento de mídia, mas ainda são projetados em função dos limites da instituição. Isso força os alunos a gerenciar múltiplas fontes de aprendizado, introduzindo desafios adicionais.

Chan et al. (2005) discutiram a evolução dos VLEs, que agora integram ferramentas para exames, gerenciamento de projetos estudantis e compartilhamento de mídia. Contudo, apontaram que os VLEs ainda são projetados com base nos limites institucionais, obrigando os estudantes a gerenciar sua aprendizagem por meio de múltiplas fontes, incluindo diferentes VLEs, pesquisas *online* e a organização de documentos digitais como PDFs e apresentações de *slides*. Hinckley et al. (2007) ressaltaram que a navegação entre diferentes documentos e ambientes digitais pode fragmentar a experiência de aprendizagem, dispersando a atenção e comprometendo o foco necessário para um aprendizado eficiente.

3.3.1 Softwares baseados em Abordagens Integrativas

O estudo de Chan et al. (2005) apresenta o *Interactive Logbook* (IL), um *software* projetado para aprimorar o gerenciamento do aprendizado e o desenvolvimento educacional de estudantes no ensino superior. O IL cria um ambiente unificado que integra ferramentas de escritório, comunicação e *internet*, facilitando o acesso e a manipulação de documentos, e-mails e planilhas em uma interface de janela única com abas. O *software* é capaz de gerenciar uma variedade de aplicativos e conectar-se a serviços *online*, proporcionando uma solução robusta e versátil para estudantes no ensino superior.

Proposto por Hinckley et al. (2007), o InkSeine é um *software* para dispositivos *tablet* que integra a escrita manual com funcionalidades avançadas de busca e organização de documentos. Com o InkSeine, os usuários podem realizar buscas em seus arquivos diretamente do ambiente de anotação, eliminando a necessidade de alternar entre

diferentes aplicações. Além disso, permite abrir documentos diretamente do *software* e extrair trechos específicos para integrar nas anotações.

O *software* DigiNoteOR, proposto por Varadarajan et al. (2008), combina eficientemente anotações digitais com livros eletrônicos e documentos da internet, facilitando a indexação cruzada e a pesquisa de referências. Os estudantes podem encontrar informações essenciais diretamente de suas anotações, com destaque para termos-chave e links rápidos para documentos da internet. O uso do *software* demonstrou um impacto positivo na eficiência de aprendizado dos alunos.

3.4 Abordagens baseadas em Digitalização

As abordagens baseadas em digitalização visam transformar processos tradicionais em digitais, trazendo modernização e eficiência na maneira como as informações são representadas. No contexto educacional, a relevância da transformação digital é enfatizada pelo estudo de Wald (2005), que destacou a importância dessa transformação sobretudo para alunos com necessidades especiais. Um exemplo de aplicação da digitalização é a transcrição em tempo real de palestras e aulas. Essa tecnologia, que converte a fala do palestrante em texto escrito, é particularmente benéfica para estudantes com deficiências auditivas ou linguísticas. Além de melhorar a acessibilidade, essa inovação contribui significativamente para a inclusão, assegurando que todos os alunos, independentemente de suas habilidades, possam ter acesso equitativo ao conteúdo educacional.

Além disso, a transição de quadros negros para apresentações em *slides* representa outro aspecto relevante da digitalização na educação. O estudo de Pros et al. (2013) exploraram como o uso de *slides* pode influenciar de maneiras distintas o desempenho dos alunos. Por um lado, experimentos indicaram um impacto positivo quando os *slides* são empregados como um recurso adicional, enriquecendo o ambiente das salas de aula tradicionais. Em contrapartida, também existem evidências de impactos negativos quando as apresentações em *slides* se tornam o principal elemento do ensino, ofuscando métodos pedagógicos tradicionais. Esse contraste sublinha a necessidade de um uso equilibrado da tecnologia na educação, integrando-a de forma a complementar e enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

Neste cenário de transformação digital, o estudo de Sellen e Harper (2002) revelou que, apesar da existência de ferramentas digitais projetadas para substituir o papel e a caneta, muitos ainda preferem esses últimos para realizar anotações em diversos contextos. Isso se deve principalmente aos desafios de adaptação a novos métodos de escrita e desenho. A persistência da preferência por papel e caneta, conforme destacado por Sellen e Harper (2002), ressalta a importância de considerar as preferências e hábitos dos usuários. Portanto, apesar dos avanços tecnológicos, a integração de ferramentas digitais deve ser realizada de maneira sensível e adaptável às necessidades e ao conforto dos usuários.

3.4.1 Softwares baseados em Digitalização

O estudo realizado por Rusu et al. (2008) sugeriu a implementação de um *software* especializado em reconhecimento de voz (Voice Recognition Software – VRS) para a criação de anotações automáticas durante palestras ao vivo. O *software* proposto visou superar a necessidade dos alunos de realizarem anotações manuais, aproveitando o reconhecimento de voz para converter discursos em texto e organizá-lo em uma estrutura hierárquica clara.

Brandl et al. (2010) desenvolveram o NiCEBook, um *software* que une o método tradicional de anotações em papel com funcionalidades digitais avançadas. Esse sistema híbrido permite que os usuários façam anotações em um caderno físico e as digitalizem instantaneamente usando uma caneta digital equipada com câmera infravermelha.

Ukelson (2015) propôs o LectureMonkey, um *software* destinado a tornar recursos educacionais mais acessíveis. O LectureMonkey é uma solução móvel e auto-suficiente para a captura e compartilhamento de aulas em tempo real, utilizando a capacidade de processamento e captura de mídia dos smartphones atuais.

Meaningful Education and Training Information System (METIS), proposto por Hailpern et al. (2015), estabelece uma plataforma de aprendizado híbrido que une material impresso e digital no processo educativo. Centralizada no uso de QR codes, a plataforma METIS facilita a transição entre o conteúdo impresso e o digital.

Por último, o *software* desenvolvido por Garber et al. (2017) oferece um avanço significativo na digitalização do ensino, permitindo aos professores ministrarem suas aulas utilizando o quadro negro, sem a necessidade de *slides* pré-elaborados. Esse recurso transforma os vídeos em materiais mais claros e fáceis de navegar, proporcionando uma experiência de aprendizado mais eficaz para alunos e educadores.

3.5 Abordagens Ativas

As abordagens ativas de aprendizagem, centradas em técnicas de anotação eficazes, são projetadas para aprimorar significativamente o aprendizado dos estudantes. Segundo Peper e Mayer (1986), existem duas hipóteses principais sobre como a anotação melhora a aprendizagem: a hipótese de foco e a de elaboração. A hipótese de foco sugere que a anotação aumenta a atenção do aluno ao material de aprendizagem, levando a um processamento mais profundo da informação. Já a hipótese de elaboração propõe que a anotação ajuda na aprendizagem ao conectar o novo conhecimento com o já existente, envolvendo processos cognitivos mais complexos.

Essas ideias se harmonizam com o modelo de Kintsch (1994) sobre os níveis de compreensão da leitura. De acordo com Kintsch (1994), a compreensão da leitura se desenvolve em três níveis: o básico, que envolve a compreensão superficial das palavras e frases; o *textbase*, representando o entendimento da estrutura semântica do texto, em que o foco influencia diretamente a compreensão; e o modelo de situação, que integra a leitura com o conhecimento prévio do leitor. Assim, a anotação atua como uma ferramenta chave nesse processo, pois estimula o estudante a fazer conexões entre diferentes partes do texto, fortalecendo assim o modelo de situação. Pesquisas com-

parativas, como as realizadas por [Annis e Davis \(1978\)](#) e [Raymond W. Kulhavy e Silver \(1975\)](#), demonstraram que diferentes técnicas de anotação oferecem impactos distintos no aprendizado, ressaltando a importância de utilizar a técnica adequada para cada situação de aprendizagem.

Nesse cenário, a leitura ativa, conforme descrita por [Morris et al. \(2007\)](#), destaca-se como uma aplicação prática das abordagens ativas de aprendizagem. Durante a leitura ativa, o leitor é incentivado a realizar ações como sublinhar palavras-chave, destacar conceitos centrais e registrar anotações e questionamentos relevantes, seja no próprio material de leitura ou em um caderno à parte. Ao adotar essas estratégias, a leitura se transforma de uma atividade passiva para um processo ativo de aprendizado, pois estimula o estudante a fazer conexões entre diferentes partes do texto. Assim, o leitor deixa de ser um mero receptor de informações e se torna um participante ativo na construção do seu próprio entendimento. Essa mudança de papel é fundamental para uma assimilação mais profunda e eficaz do conteúdo, refletindo a essência das abordagens ativas de aprendizagem.

[O'Hara \(1996\)](#) argumentou que, com o advento da tecnologia, o aprimoramento da leitura ativa pode ser alcançado por meio da implementação de ferramentas que se concentram em quatro processos chave: marcação, extração de conteúdo, navegação e layout. A marcação envolve realçar e adicionar comentários ao texto original, demandando eficiência e recursos para a fácil recuperação de informações. A extração de conteúdo se refere ao processo de transcrever informações do texto principal para uma área secundária, como ao elaborar resumos ou fazer anotações, o que deve ser feito de maneira integrada com a leitura para evitar sobreposições. A navegação abrange a movimentação dentro e entre documentos, necessitando de eficiência e ferramentas para ajudar na orientação do leitor, como o uso de marcadores de página e informações adicionais. Por fim, o *layout* diz respeito à organização espacial e visual dos documentos, essencial para comparar conteúdos e preservar a sequência original do texto. O entendimento efetivo desses processos, com o suporte de ferramentas adequadas, não apenas aprimora o aprendizado ativo do estudante, mas também instiga o desenvolvimento de habilidades críticas de pensamento e análise, fundamentais para o sucesso no cenário acadêmico.

3.5.1 Softwares baseados em Abordagens Ativas

O *software* XLibris, proposto pelo estudo de [Price et al. \(1998\)](#), foi desenvolvido com o objetivo de realçar a prática de leitura ativa por meio da tecnologia computacional. O *software* oferece uma interface que simula uma folha de papel, permitindo aos usuários visualizarem as páginas e fazerem anotações utilizando uma caneta digital e um dispositivo *tablet*. Essas anotações, abrangendo desde passagens circuladas até palavras sobre o texto do documento, são facilitadas pelo *software*, que valoriza a importância de anotações livres e não estruturadas. Além disso, o XLibris disponibiliza uma ampla gama de cores para anotações e vários mecanismos de navegação, incluindo o uso de sensores de pressão para mudança de páginas e uma visualização geral do documento por meio de miniaturas de todas as páginas, facilitando a rápida navegação até a página desejada. Assim, o XLibris combina a facilidade e

a familiaridade da leitura em papel com as vantagens da tecnologia digital, oferecendo uma maneira dinâmica e interativa de ler e interagir com documentos.

O u-Annotate, desenvolvido por [Chatti et al. \(2006\)](#), foi criado com o objetivo de enriquecer a experiência de anotação em ambientes de *e-learning*. Esse *software* facilita a interação do usuário com conteúdos *online*. Com o u-Annotate, os aprendizes podem realizar anotações em páginas *web* para futuras consultas e também compartilhá-las com outros usuários. Além disso, o *software* possibilita a exportação e importação das anotações como arquivos XML, oferecendo uma maneira flexível de gerenciar e compartilhar páginas *web* anotadas. Assim, o u-Annotate se apresenta como um marco no aprendizado online, oferecendo uma maneira flexível e interativa para os usuários realizarem anotações em ambientes *online*.

Desenvolvido por [Iga e Shinnishi \(2006\)](#), o SnapShoot é uma ferramenta que une um navegador *web* a um processador de texto avançado, projetada para facilitar a leitura e a escrita de documentos *online* de forma integrada. O SnapShoot utiliza técnicas para aprimorar a experiência de navegação, como a "Barra de Tópicos", que proporciona uma visualização dinâmica e resumida do documento aberto, e a criação de anotações por meio de *sticky notes*. Com isso, o SnapShoot evidencia como a tecnologia pode enriquecer a interação com documentos digitais, tornando os processos de leitura e escrita mais dinâmicos e intuitivos.

O PoliNotes, desenvolvido por [Marrandino et al. \(2011\)](#), é um *software* projetado para aprimorar a experiência de anotação em salas de aulas que utilizam *slides*. Esse sistema permite que os alunos visualizem, reorganizem e editem objetos nos *slides*, além de adicionar suas próprias anotações e desenhos, melhorando significativamente o acompanhamento e a compreensão do conteúdo da aula.

O LiquidText, proposto por [Tashman e Edwards \(2011\)](#), oferece uma representação de documentos que é simultaneamente flexível e fluida, baseando-se em interações por meio de toques. Entre suas funcionalidades, destaca-se a capacidade de comprimir ou expandir áreas selecionadas do texto, o que facilita a visualização de diferentes seções de um documento simultaneamente. Com sua capacidade de reorganizar visualmente o conteúdo e estabelecer ligações significativas entre diferentes segmentos de texto, o LiquidText oferece aos leitores uma maneira substancialmente dinâmica de interagir com documentos digitais.

O Digital Reading Desk, idealizado por [Pearson et al. \(2012\)](#), tem como objetivo enriquecer a leitura ativa por meio de ferramentas que simulam a interação com documentos em papel. O *software* incorpora uma área de trabalho virtual, que imita o espaço extra de uma mesa real para anotações, e uma ferramenta unificada denominada "Post-it". Essa ferramenta permite ao usuário criar "Post-its" que funcionam de diversas maneiras, proporcionando flexibilidade na organização das anotações.

O estudo de [Numazawa e Noto \(2016\)](#) se concentra no desenvolvimento de um sistema de suporte ao ensino e aprendizado em sala de aula, projetado para funcionar tanto em *tablets*, quanto em *smartphones*. O sistema permite uma revisão personalizada do conteúdo, promovendo uma participação mais ativa dos alunos com o material ensinado.

O estudo de [Deb et al. \(2017\)](#) introduziu o MOOCbook, uma plataforma desenvolvida para otimizar o aprendizado ativo em MOOCs (*Massive Open Online Courses*). O MOOCbook fornece recursos avançados para anotações interativas durante videoaulas, permitindo aos estudantes realçar pontos chave e efetuar anotações sincronizadas com o vídeo.

O DynamicSlide, sistema desenvolvido por [Jung et al. \(2018\)](#), visa melhorar a interatividade dos alunos com vídeos de aulas baseados em *slides*. Ao carregar um vídeo no DynamicSlide, o sistema utiliza técnicas avançadas para estabelecer conexões entre cada item de texto nos *slides* e sua respectiva explicação na narração.

O NoteStruct, desenvolvido por [Liu et al. \(2019\)](#), é um *software* projetado para enriquecer a experiência de estudo em cursos *online* por meio de vídeos. A ferramenta possibilita aos usuários destacar e relacionar conceitos diretamente no texto, e em seguida, criar e manipular diagramas para visualizar e aprofundar a compreensão desses conceitos.

Proposto por [Romat et al. \(2019\)](#), o SpaceInk é um *software* desenvolvido para solucionar as limitações de espaço encontradas ao fazer anotações em documentos digitais. A versatilidade do SpaceInk no manejo de espaços para anotações otimiza a interação dos usuários com documentos digitais, especialmente em contextos de leitura ativa.

O texSketch, criado por [Subramonyam et al. \(2020\)](#), é uma ferramenta destinada a melhorar a compreensão de textos complexos e facilitar a formação de modelos mentais durante a leitura. O *software* possui uma interface dividida em duas seções principais: visualização de texto e criação de diagramas.

Desenvolvido por [Cao et al. \(2022\)](#), o VideoSticker é um *software* projetado para superar os desafios da anotação em vídeos, permitindo que os usuários convertam elementos dos vídeos em adesivos reutilizáveis. O VideoSticker oferece um método novo e aprimorado para anotação e revisão de vídeos, permitindo uma interação mais eficaz do usuário com os elementos dos vídeos e a criação de materiais de estudo personalizados.

3.6 Abordagens Colaborativas

As abordagens colaborativas de aprendizagem, fundamentadas na teoria de participação de [Lave \(1988\)](#), enfocam o desenvolvimento de métodos que melhoram a interação entre estudantes, permitindo que eles complementem suas anotações mutuamente. Essa perspectiva valoriza a interação, discussão e envolvimento ativo dos membros de uma comunidade, promovendo a construção conjunta do conhecimento. [Faust e Paulson \(1998\)](#) apontaram que, quando os alunos fazem anotações individualmente, podem ocorrer mal-entendidos ou omissões de informações importantes, levando a lacunas que complicam a revisão do material. Uma maneira eficaz de resolver isso é formar duplas de alunos para compartilhar e comparar suas anotações, corrigindo falhas e adotando melhores práticas de anotação.

[Goodsell et al. \(1992\)](#) ressaltaram que o aprendizado é também um processo social, que pode ser aprimorado pela integração de tecnologias e práticas específicas. Esse enfoque é reforçado pelo estudo de [Lipponen et al. \(2004\)](#), que

abordou o impacto significativo das tecnologias emergentes na educação. Esse estudo detalhou como a tecnologia pode ser utilizada para otimizar as interações entre os alunos durante as atividades de aprendizado, visando criar ambientes educacionais mais eficientes e atraentes. Além disso, o estudo ressalta que a mediação por computador pode enriquecer a experiência de aprendizado, oferecendo espaços adicionais para a prática e reforço da interação entre os estudantes. Segundo o estudo, em ambientes digitais, os alunos têm a oportunidade de compartilhar anotações, auxiliando tanto na recuperação de informações esquecidas quanto no recebimento de *feedback* e na organização dos materiais. Isso facilita a formação de conexões entre as anotações de diferentes estudantes. Assim, é concluído que o foco dos *softwares* educacionais deve ser em melhorar a interação entre os pares e o trabalho em grupo, além de facilitar o compartilhamento e a distribuição de conhecimento entre os membros da comunidade educativa.

Adicionalmente, no estudo de [Brown e Adler \(2008\)](#), a ênfase foi colocada na transformação das dinâmicas de aprendizagem em ambientes online, em que a tradicional dependência do aluno em relação ao professor para adquirir conhecimento é reconfigurada. Nesse novo cenário, os alunos assumem um papel mais proativo e colaborativo, muitas vezes encontrando no compartilhamento de anotações entre si uma fonte suficiente e enriquecedora para o aprendizado. Tal abordagem incentiva uma forma de educação na qual os alunos não apenas consomem, mas também criam e disseminam conhecimento, contribuindo para um ambiente educacional mais interativo e autodirigido.

3.6.1 Softwares baseados em Abordagens Colaborativas

O *Multimedia Digital Classroom* (MDC), desenvolvido por [Lee et al. \(1997\)](#), oferece um ambiente de ensino colaborativo e interativo através da *internet*, especialmente útil para aulas remotas. Integrando um navegador *web* e um sistema de anotações, o MDC permite que professores conduzam os alunos através de materiais de ensino *online*, enquanto todos compartilham a mesma visualização das páginas navegadas. Os estudantes podem fazer anotações individuais durante a aula, com o sistema registrando automaticamente dados de áudio, anotações de texto e entradas de usuários. As anotações são convertidas em páginas da *web* após a aula, permitindo revisões posteriores sincronizadas com o conteúdo.

O NotePals, desenvolvido por [Landay \(1999\)](#), é um sistema de compartilhamento de notas projetado para promover a colaboração entre estudantes em ambientes educacionais. Compatível com *Personal Digital Assistants* (PDAs) e CrossPad, o NotePals integra anotações dos alunos com *slides* de aulas, facilitando uma compreensão mais ampla e colaborativa do conteúdo.

[Singh e Denoue \(2004\)](#) conduziram um estudo sobre o uso de PDAs para tomada colaborativa de notas em ambientes educacionais, destacando a oportunidade de utilizar tecnologia sem fio para melhorar o aprendizado. Os alunos podem receber *slides* do instrutor em tempo real e fazer anotações pertinentes, compartilhadas automaticamente com outros membros do grupo, aumentando a compreensão do material.

Kam et al. (2005) desenvolveram o LiveNotes para melhorar a interação entre estudantes durante as aulas. Com um quadro branco compartilhado e recursos de navegação entre páginas, o LiveNotes promove interações variadas entre os alunos, aumentando a eficácia do aprendizado colaborativo.

Miura et al. (2005) propuseram o AirTransNote, visando enriquecer atividades em sala de aula ao permitir o compartilhamento de notas manuscritas dos alunos, transformando o ambiente tradicional em um espaço mais interativo e colaborativo.

Berque (2006) desenvolveu o DyKnow para melhorar a tomada de notas colaborativas e a interação em sala de aula, oferecendo recursos como anotações em tempo real, monitoramento de atividades e revisão pós-aula.

O *Taking Notes Together* (TNT), criado por Vega et al. (2007), combina a gravação de áudio das aulas com um sistema de marcação online, auxiliando alunos com transtornos de aprendizagem e promovendo uma experiência de aprendizado mais eficaz.

Simon et al. (2008) propuseram o NoteBlogging para transformar a tomada de notas em uma atividade colaborativa, enriquecendo o processo de aprendizagem e promovendo um senso de comunidade em sala de aula.

Steimle et al. (2008) desenvolveu o CoScribe para melhorar a experiência de anotação colaborativa em slides de aula impressos, facilitando a colaboração efetiva entre os alunos.

O e-NOTEBOOK, criado por Wan et al. (2013), oferece um ambiente colaborativo para aprendizagem baseada em investigações na web, promovendo a descoberta de informações online e oportunidades de colaboração.

Purgathofer e Luckner (2014) desenvolveram o Aurora para melhorar a participação dos alunos em salas de aula com grande número de alunos, oferecendo uma visão geral do curso e transformando slides em um foco central de interação.

O Tsaap-Notes, criado por Silvestre et al. (2014), é uma plataforma de *microblogging* projetada para melhorar a anotação colaborativa em aulas presenciais, promovendo a interatividade e o engajamento dos alunos.

Reilly et al. (2015) desenvolveu o GroupNotes para aumentar o engajamento dos alunos em aulas presenciais por meio da aprendizagem colaborativa, oferecendo espaços de trabalho virtual individual e promovendo a interatividade.

Kaminski et al. (2016) propuseram o ClassViz para potencializar a interação e a retenção de informações em salas de aula modernas, oferecendo visualizações coletivas das anotações dos alunos e promovendo uma compreensão agregada do conteúdo.

Fang et al. (2021) aprimoraram o conceito do NoteStruct com o NoteCoStruct, uma ferramenta colaborativa para cursos online baseados em vídeo, promovendo a anotação estruturada e o compartilhamento de anotações entre os alunos.

Com o objetivo de facilitar a visualização dos estudos selecionados nesta revisão, elaborou-se a Tabela 2, contendo, para cada um deles, a citação, a abordagem adotada, a motivação subjacente à pesquisa, a solução proposta e, por último, uma indicação sobre a disponibilidade atual do software desenvolvido.

4 Discussão

Para facilitar a compreensão e visualização da evolução histórica dos estudos sobre *softwares* de anotações digitais, elaborou-se o gráfico apresentado na Fig. 5. Esse gráfico proporciona uma visão detalhada da progressão e das tendências na pesquisa sobre esses *softwares*, cobrindo um arco temporal que se estende de 1994 a 2022. A representação gráfica destaca a evolução e a diversificação das abordagens adotadas, evidenciando o surgimento e a predominância de tendências pedagógicas ao longo dos anos. No início desse período, estudos como os de Reader e Hammond (1994) e Price et al. (1998) abriram caminho para uma nova era na educação, ressaltando a utilidade da interação visual e estruturada com materiais didáticos. Eles introduziram abordagens como o mapeamento interativo de conceitos e a leitura ativa em ambientes digitais, enfatizando como a tecnologia pode enriquecer a experiência educacional e aumentar o engajamento dos alunos.

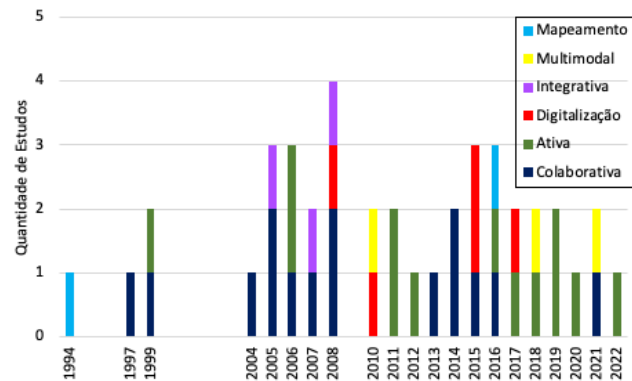


Figura 5: Análise temporal dos estudos sobre *softwares* de anotações digitais, categorizados por abordagens, de 1994 a 2022. Cada cor representa uma abordagem específica, destacando tendências ao longo do tempo.

Com a ascensão da *internet*, a pesquisa de Lee et al. (1997) inaugurou experiências de aprendizado remoto e colaborativo, destacando a utilidade da conectividade e interação virtual para a educação. Essa inovação significou uma mudança na percepção e realização do ensino e da aprendizagem, superando limitações físicas e geográficas. A possibilidade de compartilhar recursos e anotações em tempo real, independentemente da localização dos participantes, evidenciou o potencial transformador da *internet* em ultrapassar barreiras educacionais tradicionais.

A partir de 2004, observou-se uma transformação significativa nos *softwares* de anotações digitais, com um foco crescente na integração de slides no processo educacional. Pesquisas influentes dessa época, como as de Kam et al. (2005) e Simon et al. (2008), foram pioneiras na melhoria da interação com slides, elevando-os além de simples suportes visuais. Esses estudos introduziram abordagens inovadoras, como a criação de anotações colaborativas e a promoção da interação ativa dos alunos durante as aulas, o que contribuiu para um ambiente educacional mais dinâmico e interativo. Essa evolução permitiu que os slides

Tabela 2: Sumarização dos Estudos Seleccionados

Abordagem	Estudo (Ano)	Motivação	Solução Proposta	Disponível
Mapeamento	Reader e Hammond (1994)	Envolver ativamente os estudantes com o conteúdo das aulas.	Software que implementa mapas conceituais com nós personalizáveis.	Indefinido
	Meng et al. (2016)	Otimizar o processo de anotação em ambientes de aprendizado intensivo.	Software que integra anotações lineares com geração automática de mapas conceituais.	Indefinido
Multimodal	Rigas e Salam (2010)	Aumentar a eficiência e satisfação no <i>e-learning</i> .	Software que integra gráficos, <i>earcons</i> , e avatares na interface.	Indefinido
	Xingya e Shibata (2018)	Facilitar o processo de desenho em tempo real durante palestras.	Sistema de interface multimodal que utiliza caneta e voz para desenhar diagramas.	Indefinido
	Khan et al. (2021)	Melhorar a marcação de documentos digitais em dispositivos móveis.	Software que realiza marcações por voz ancoradas por movimentos oculares.	Indefinido
Integrativa	Chan et al. (2005)	Aprimorar a gestão de recursos educacionais pelos estudantes.	Software que integra ferramentas de escritório com documentos digitais e acesso a <i>internet</i> .	Indefinido
	Hinckley et al. (2007)	Melhorar a busca e recuperação de informações durante a anotação.	Software que integra escrita manual com funcionalidades de busca e recuperação de documentos.	Indefinido
	Varadarajan et al. (2008)	Aprimorar a aprendizagem e a gestão de materiais pelos estudantes.	Software que integra anotações com documentos digitais disponíveis no dispositivo.	Indefinido
Digitalização	Rusu et al. (2008)	Reduzir a carga mental de anotação durante palestras.	Software que utiliza reconhecimento de voz para converter o discurso da palestra em anotações.	Indefinido
	Brandl et al. (2010)	Combinar a naturalidade do papel com as vantagens da digitalização.	Software que utiliza a digitalização de anotações manuscritas combinado com ferramentas digitais.	Indefinido
	Ukelson (2015)	Tornar recursos educacionais mais acessíveis.	Software que utiliza <i>smartphones</i> e recursos em nuvem para captura e compartilhamento de aulas.	Indefinido
	Hailpern et al. (2015)	Facilitar a transição entre conteúdos impressos e digitais.	Plataforma que utiliza <i>QR codes</i> para facilitar a digitalização de conteúdo impresso.	Indefinido
Ativa	Garber et al. (2017)	Oferecer uma alternativa digital ao uso de <i>slides</i> em sala de aula.	Software que processa vídeos de aulas, criando <i>slides</i> digitais a partir do quadro negro.	Indefinido
	Price et al. (1998)	Apoiar a prática de leitura ativa por meio de tecnologia computacional.	Software que simula leitura em papel e permite anotações em documentos digitais.	Indefinido
	Chatti et al. (2006)	Aprimorar a experiência de <i>e-learning</i> com anotação digital.	Software que permite anotação direta em páginas <i>web</i> .	Indefinido
	Iga e Shinishi (2006)	Apoiar leitura e escrita de documentos <i>online</i> .	Software que integra navegador <i>web</i> e processador de texto para anotações.	Indefinido
	Marrandino et al. (2011)	Aprimorar a experiência de anotação em salas de aulas com <i>slides</i> .	Software que permite realizar anotações em <i>slides</i> durante a aula.	Indefinido
	Tashman e Edwards (2011)	Explorar interações com documentos digitais.	Software com interações <i>multitouch</i> para destacar, anotar e comparar páginas de documentos.	Sim
	Pearson et al. (2012)	Enriquecer a leitura ativa em documentos digitais.	Software que implementa ferramentas que simulam a interação com documentos em papel.	Indefinido
	Numazawa e Noto (2016)	Apoiar o ensino e aprendizagem em sala de aula.	Sistema de compartilhamento de materiais de referência e aplicação de anotação para uso em aula.	Indefinido
	Deb et al. (2017)	Otimizar o aprendizado ativo em MOOCs.	Plataforma para anotações interativas em videoaulas, com transcrições e captura de imagens.	Indefinido
	Jung et al. (2018)	Melhorar a interatividade com vídeos de aulas baseados em <i>slides</i> .	Sistema que sincroniza texto de <i>slides</i> com narração e permite anotações vinculadas.	Indefinido
	Liu et al. (2019)	Enriquecer a experiência de estudo em cursos baseados em vídeo.	Software com anotações em várias etapas sobre transcrições de vídeos.	Indefinido
	Romat et al. (2019)	Solucionar as limitações de espaço em documentos digitais.	Software que usa gestos específicos para criar espaços de anotação no documento.	Indefinido
	Subramonyam et al. (2020)	Melhorar a compreensão de textos complexos.	Software que permite destacar conceitos e criar diagramas causais para melhor entendimento.	Indefinido
	Cao et al. (2022)	Aprimorar a experiência de realizar anotação em vídeos.	Software que extrai elementos de vídeos para serem utilizados em anotações.	Indefinido

Abordagem	Estudo (Ano)	Motivação	Solução Proposta	Disponível
Colaborativa	Lee et al. (1997)	Promover o ensino colaborativo via <i>internet</i> .	Plataforma de sala de aula virtual para aulas dinâmicas e compartilhamento de anotações.	Indefinido
	Landay (1999)	Intensificar a colaboração entre estudantes.	Sistema de compartilhamento de notas manuscritas, integrando anotações com <i>slides</i> de aulas.	Indefinido
	Singh e Denoue (2004)	Utilizar PDAs para a tomada de notas colaborativa.	<i>Software</i> para PDAs que permite compartilhar anotações entre alunos.	Indefinido
	Kam et al. (2005)	Aprimorar a interação em grupos de estudantes durante as aulas.	<i>Software</i> com interface de quadro branco compartilhado para anotações cooperativas.	Indefinido
	Miura et al. (2005)	Enriquecer as atividades em salas de aula com notas compartilhadas.	<i>Software</i> para compartilhar notas manuscritas dos alunos via comunicação sem fio.	Indefinido
	Berque (2006)	Reforçar a tomada de notas colaborativas em sala de aula.	<i>Software</i> que apoia a interação ativa em sala de aula com ferramentas.	Indefinido
	Vega et al. (2007)	Auxiliar alunos com transtornos de Aprendizagem e déficit de atenção.	<i>Software</i> com gravação de áudio e marcação <i>online</i> para destacar trechos importantes das aulas.	Indefinido
	Simon et al. (2008)	Tornar a tomada de notas uma atividade pública e colaborativa.	<i>Software</i> que permite criação de <i>blogs</i> públicos com anotações em <i>slides</i> de aula.	Indefinido
	Steimle et al. (2008)	Melhorar a experiência de anotação colaborativa manuscrita.	Sistema com canetas eletrônicas para digitalização e compartilhamento de anotações manuscritas.	Indefinido
	Wan et al. (2013)	Apoiar a aprendizagem colaborativa baseada na <i>web</i> .	Sistema para pesquisa colaborativa na <i>internet</i> , com criação e compartilhamento de anotações.	Indefinido
	Purgathofer e Luckner (2014)	Melhorar a educação em salas de aula com grande número de alunos.	Sistema de <i>e-learning</i> com painel de controle e possibilidade de interação ativa em <i>slides</i> .	Indefinido
	Silvestre et al. (2014)	Melhorar a anotação colaborativa em aulas presenciais.	Plataforma de <i>microblogging</i> para criar anotações vinculadas a conteúdos apresentados em aulas.	Indefinido
	Reilly et al. (2015)	Aumentar o engajamento dos alunos em aulas presenciais.	Aplicação móvel para aprendizagem colaborativa com espaço de trabalho virtual individual.	Indefinido
	Kaminski et al. (2016)	Potencializar a interação e retenção de informações em sala de aula.	Ferramenta <i>web</i> com visualização coletiva de anotações na forma de uma nuvem de palavras.	Indefinido
	Fang et al. (2021)	Aprimorar o aprendizado colaborativo em cursos baseados em vídeo.	Ferramenta colaborativa para anotações estruturadas e compartilhamento de anotações.	Indefinido

se tornassem centros de interação rica e colaborativa, não apenas aumentando significativamente o engajamento dos alunos, mas também enriquecendo o material didático com uma variedade de perspectivas e fortalecendo o senso de comunidade no processo de aprendizagem.

Simultaneamente, intensificou-se o foco na exploração do potencial da *internet*, impulsionando novas metodologias de aprendizagem. Pesquisas como as realizadas por Purgathofer e Luckner (2014), Silvestre et al. (2014) e Wan et al. (2013) contribuíram significativamente para esse avanço, abrangendo desde plataformas de *e-learning*, que facilitavam o engajamento ativo dos alunos em grandes ambientes educacionais, até ferramentas de *microblogging*, que transformavam aulas presenciais em espaços interativos de aprendizado colaborativo. A habilidade de vincular anotações a conteúdos específicos, como *slides*, e a continuação de discussões e reflexões fora da sala de aula exemplificam o impacto transformador dessas inovações.

Durante o período de 2005 a 2008, caracterizado pela expansão e diversificação de recursos via *internet*, observou-se uma ênfase nas estratégias integrativas em *softwares* de anotações digitais. Essas estratégias buscavam otimizar a gestão de recursos educacionais pelos estudantes, aproveitando a crescente conectividade e o acesso a uma

variedade de materiais. No entanto, ao analisar a evolução subsequente desses *softwares*, observa-se um declínio dessa abordagem integrativa nos anos mais recentes. Isso sugere uma mudança nas prioridades e necessidades dos usuários, levantando questionamentos sobre a relevância de manter uma capacidade de integração intensiva de recursos nos *softwares* de anotação atuais.

Entre 2008 e 2010, surgiram novas abordagens, como a digitalização e a multimodalidade. O avanço tecnológico facilitou a implementação de soluções de *software* baseadas nessas abordagens. Em 2021, por exemplo, o estudo de Khan et al. (2021) utilizou técnicas de rastreamento ocular e reconhecimento de voz para facilitar anotações em documentos digitais, enquanto em 2008, o estudo de Rusu et al. (2008) empregou técnicas de reconhecimento de voz para converter automaticamente discursos de palestras em anotações. As abordagens baseadas em digitalização, que iniciaram com a proposta de digitalizar o discurso das palestras, evoluíram nos estudos de Ukelson (2015) e Garber et al. (2017) para propor a digitalização completa da palestra, incluindo áudio e vídeo. Assim, é provável que, com o avanço da tecnologia computacional e a ampliação da capacidade de capturar dados de comportamentos humanos, como olhares, fala e movimentos, surjam mais

soluções inovadoras baseadas em multimodalidade e digitalização.

Nos anos mais recentes, a integração de estratégias baseadas em vídeo se tornou um foco central. Estudos como os de Garber et al. (2017), Deb et al. (2017) e Jung et al. (2018) destacaram o uso crescente de vídeos educacionais, enriquecidos com recursos baseados em visão computacional e transcrição automática, para melhorar a interação dos alunos com esse material. Essas inovações sinalizaram uma tendência para métodos de aprendizado mais eficazes e interativos, em que os vídeos são não apenas passivamente assistidos, mas também ativamente explorados e anotados.

Do ponto de vista das abordagens de mapeamento e ativas, observa-se uma relação de proximidade entre elas, uma vez que ambas buscam propor ferramentas para uma interação mais profunda do usuário com o material de estudo. No entanto, a estratégia baseada em mapeamento possui uma base teórica rígida e bem definida, enquanto as abordagens ativas são mais abrangentes, incentivando diversas funcionalidades para auxiliar o usuário com o material de estudo. Essa divergência conceitual entre as duas abordagens se reflete no desenvolvimento de soluções de *software* ao longo do tempo. Nota-se que as soluções baseadas em mapeamento enfrentam desafios significativos na sua evolução, possivelmente devido à rigidez de suas estruturas teóricas, que podem limitar a adaptabilidade e a inovação. Em contraste, as abordagens ativas mantêm uma presença forte e constante na história dos *softwares* de anotações digitais. Essas últimas ganharam destaque na adaptação a variados tipos de materiais de estudo, especialmente com o surgimento e a consolidação de recursos baseados em vídeo. A relevância crescente das abordagens ativas nos anos mais recentes pode ser atribuída à sua facilidade de explorar eficientemente os recursos em vídeo, adaptando-se às necessidades dinâmicas e variadas do ambiente educacional contemporâneo.

À medida que avançamos para 2022 e além, a integração de tecnologias inovadoras em *softwares* educacionais continua a remodelar o panorama do ensino e da aprendizagem. As abordagens recentes, ilustradas por estudos como os de Cao et al. (2022), Romat et al. (2019) e Khan et al. (2021), enfatizam não apenas a integração com recursos em vídeo, mas também o aprimoramento da experiência do usuário. A implementação de tecnologias de rastreamento ocular e de voz, por exemplo, está abrindo caminhos para interações mais naturais e intuitivas com o conteúdo digital, tornando o aprendizado mais acessível e adaptado às necessidades individuais dos alunos. Da mesma forma, a capacidade de extrair e manipular elementos de vídeos para anotações detalhadas e contextualizadas amplia as fronteiras do ensino multimídia, permitindo uma exploração mais profunda e engajada do material de estudo.

Portanto, ao longo das últimas décadas, os *softwares* de anotações digitais não apenas evoluíram tecnicamente, mas também desempenharam um papel fundamental na transformação do ambiente educacional. As inovações tecnológicas e pedagógicas surgidas nesse período indicam uma transição significativa em direção a um modelo de educação mais flexível, interativo e colaborativo. Essas transformações facilitam diferentes modalidades de ensino e aprendizagem, refletindo uma evolução que ultra-

passa os limites do ensino tradicional e ressalta a capacidade das ferramentas digitais de personalizar e aprimorar o processo educativo em diferentes cenários.

5 Conclusão

Neste trabalho foi realizada uma revisão detalhada sobre os *softwares* de anotações digitais para aprendizado, identificando uma progressão significativa na forma como essas ferramentas têm sido desenvolvidas e utilizadas ao longo dos anos, principalmente com relação à integração da tecnologia no processo educacional e à promoção de estratégias de aprendizagem mais colaborativas e interativas. Isso possibilita uma compreensão mais profunda do impacto da tecnologia digital na educação, evidenciando como os *softwares* de anotações digitais podem enriquecer as diversas modalidades de ensino e aprendizagem.

Neste estudo, ao reunir os mais recentes trabalhos das principais bases bibliográficas em ciência da computação, foi estabelecido um fundamento robusto para direcionar futuras pesquisas e desenvolvimentos no campo dos *softwares* de anotações digitais. As tendências identificadas apontam oportunidades para o avanço de *softwares* que facilitam o aprendizado por meio de recursos multimídia, especialmente vídeos, e que aprimoram a experiência do usuário por meio de interações digitais mais naturais e intuitivas.

Adicionalmente, a integração de inteligência artificial (IA) nos *softwares* de anotações digitais é fundamental para a adaptação e aprimoramento dessas ferramentas. Com a crescente digitalização das práticas educativas, a implementação de tecnologias baseadas em IA se torna imprescindível, oferecendo funcionalidades avançadas como sumarização automática de conteúdo, reconhecimento de gestos e voz, e transcrições em tempo real. Tais inovações habilitam o desenvolvimento de *softwares* educativos que são eficazes em contextos diversificados, fomentando a emergência de soluções inovadoras. Dessa forma, este estudo serve como uma base sólida para futuras investigações e inovações tecnológicas que buscam maximizar o potencial do ensino digital e suas metodologias associadas.

Referências

- Annis, L. e Davis, J. K. (1978). Study techniques and cognitive style: Their effect on recall and recognition, *J. Educ. Res.* 71(3): 175–178. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/00220671.1978.10885064>.
- Bauer, A. e Koedinger, K. (2006). Pasting and encoding: Note-taking in online courses., *ICALT*, IEEE, pp. 789–793. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.1652559>.
- Bederson, B. B. (2004). Interfaces for staying in the flow, *Ubiquity* 2004(September): 1. <https://doi.org/10.1145/1029383.1074069>.
- Berque, D. (2006). An evaluation of a broad deployment of dyknow software to support note taking and interaction using pen-based computers, *JCSC*.
- Boch, F. e Piolat, A. (2005). Note taking and learning: A

- summary of research, *WACJ* 16: 101–113. <https://doi.org/10.37514/WAC-J.2005.16.1.08>.
- Brandl, P., Richter, C. e Haller, M. (2010). Nicebook – supporting natural note taking, *CHI*, Vol. 1, ACM, pp. 599–608. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753417>.
- Bromage, B. K. e Mayer, R. E. (1986). Quantitative and qualitative effects of repetition on learning from technical text., *J. Educ. Psychol.* 78: 271–278. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.78.4.271>.
- Brown, J. S. e Adler, R. P. (2008). Minds on fire: Open education, the long tail, and learning 2.0, *Educ. Rev.* 43: 16–32. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:145470915>.
- Bui, D., Myerson, J. e Hale, S. (2013). Note-taking with computers: Exploring alternative strategies for improved recall, *J. Educ. Psychol.* 105: 299. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0030367>.
- Cao, Y., Subramonyam, H. e Adar, E. (2022). Videosticker: A tool for active viewing and visual note-taking from videos, *IUI*, ACM, New York, NY, USA, p. 672–690. <https://doi.org/10.1145/3490099.3511132>.
- Chan, T., Corlett, D., Sharples, M., Ting, J. e Westmancott, O. (2005). Developing interactive logbook: A personal learning environment, *WMTE*, IEEE, pp. 73–75. <https://doi.org/10.1109/WMTE.2005.16>.
- Chatti, M., Sodhi, T., Specht, M., Klamma, R. e Klemke, R. (2006). u-annotate: An application for user-driven freeform digital ink annotation of e-learning content, *ICALT*, IEEE, pp. 1039–1043. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.1652624>.
- Deb, S., Pal, A. e Bhattacharya, P. (2017). Design considerations for self paced interactive notes on video lectures – a learner’s perspective and enhancements of learning outcome, *IHCI*, Springer, pp. 109–121. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72038-8_9.
- Di Vesta, F. e Gray, G. S. (1972). Listening and note taking., *J. Educ. Psychol.* 63 1: 8–14. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0032243>.
- Dror, I. E. (2007). *Gold mines and land mines in cognitive technology*, John Benjamins, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1075/bct.12.02dro>.
- Dror, I. e Harnad, S. (2008). *Offloading Cognition onto Cognitive Technology*, Vol. 16, John Benjamins. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0808.3569>.
- Fang, J., Wang, Y., Yang, C.-L. e Wang, H.-C. (2021). Note-costruct: Powering online learners with socially scaffolded note taking and sharing, *CHI EA*, ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3411763.3451694>.
- Faust, J. e Paulson, D. R. (1998). Active learning in the college classroom., *J. Excell. Coll. Teach.* 9: 3–24. https://doi.org/10.5926/arepj1962.47.0_29.
- Garber, S. E., Prakash, A., Moran, N., Alterman, M. A. R., Di Lillo, A. e Storer, J. A. (2017). A two tier approach to chalkboard video lecture summary, *FIE*, IEEE, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190536>.
- Goodsell, A., Maher, M., Tinto, V., Smith, B. e MacGregor, J. (1992). *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*, NCTLA.
- Graziadei, W. D. et al. (1997). Building asynchronous & synchronous teaching-learning environments: Exploring a course/classroom management system solution. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:195969994>.
- Hailpern, J., Vernica, R., Bullock, M., Chatow, U., Fan, J., Koutrika, G., Liu, J., Liu, L., Simske, S. e Wu, S. (2015). To print or not to print: Hybrid learning with metis learning platform, *CHI*, EICS, ACM, New York, NY, USA, p. 206–215. <https://doi.org/10.1145/2774225.2774837>.
- Hernandes, E., Zamboni, A., Fabbri, S. e di thommazo, A. (2012). Using gqm and tam to evaluate start – a tool that supports systematic review, *CLEIJ* 15. <https://doi.org/10.19153/cleiej.15.1.2>.
- Hinckley, K., Zhao, S., Sarin, R., Baudisch, P., Cutrell, E., Shilman, M. e Tan, D. (2007). Inkseine: In situ search for active note taking, *CHI*, ACM, New York, NY, USA, p. 251–260. <https://doi.org/10.1145/1240624.1240666>.
- Iga, S. e Shinnishi, M. (2006). Snapshot: Integrating semantic analysis and visualization techniques for web-based note taking system, *APVIS*, Vol. 60, ACS, AUS, p. 161–167. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15906912>.
- Jacob, L., Lachner, A. e Scheiter, K. (2020). Learning by explaining orally or in written form? text complexity matters, *Learn. Instr.* 68: 101344. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101344>.
- Jung, H., Shin, H. V. e Kim, J. (2018). Dynamicslide: Exploring the design space of reference-based interaction techniques for slide-based lecture videos, *MAHCI*, ACM, New York, NY, USA, p. 33–41. <https://doi.org/10.1145/3266037.3266089>.
- Kaivola, T. e Lokki, H. (2010). Using concept mapping as a note taking tool to computer science. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15622868>.
- Kalnikaite, V. e Whittaker, S. (2008). Cueing digital memory: how and why do digital notes help us remember?, *BCS-HCI*, BCS Learn. Dev. Ltd., pp. 153–161. <https://doi.org/10.14236/EWIC%2FHIC2008.15>.
- Kam, M., Wang, J., Iles, A., Tse, E., Chiu, J., Glaser, D., Tarshish, O. e Canny, J. (2005). Livenotes: A system for cooperative and augmented note-taking in lectures, *CHI*, ACM, New York, NY, USA, p. 531–540. <https://doi.org/10.1145/1054972.1055046>.
- Kaminski, B., Wasinger, R., Norris, K., Zehntner, C., Xu, S., Chinthammit, W. e Duh, H. (2016). Learning thorough shared note-taking visualisations in the classroom, *OzCHI*, ACM, New York, NY, USA, p. 576–580. <https://doi.org/10.1145/3010915.3010970>.

- Khan, A. A., Nawaz, S., Newn, J., Lodge, J. M., Bailey, J. e Velloso, E. (2020). Using voice note-taking to promote learners' conceptual understanding, *ArXiv abs/2012.02927*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.02927>.
- Khan, A. A., Newn, J., Kelly, R. M., Srivastava, N., Bailey, J. e Velloso, E. (2021). Gavin: Gaze-assisted voice-based implicit note-taking, *28(4)*. <https://doi.org/10.1145/3453988>.
- Kiewra, K. A. (1985). Investigating notetaking and review: A depth of processing alternative, *Educ. Psychol.* **20(1)**: 23–32. https://psycnet.apa.org/doi/10.1207/s15326985ep2001_4.
- Kiewra, K. A., Dubois, N. F., Christian, D., McShane, A., Meyerhoffer, M. e Roskelley, D. (1991). Note-taking functions and techniques., *J. Educ. Psychol.* **83**: 240–245. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.83.2.240>.
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning., *Am. Psychol.* **49 4**: 294–303. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.49.4.294>.
- Kitchenham, B. A. e Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, *Technical Report EBSE 2007-001*, Keele & Durham Univ. Joint Rep. .
- Kozma, R. B. (1992). Constructing knowledge with learning tool, *Cognitive tools for learning*, Springer, pp. 23–32. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77222-1_3.
- Lacka, E., Wong, T. e Haddoud, M. (2020). Can digital technologies improve students' efficiency? exploring the role of virtual learning environment and social media use in higher education, *Comput. Educ.* **163**: 104099. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104099>.
- Landay, J. (1999). Using note-taking appliances for student to student collaboration, *FIE*, Vol. 2, IEEE, pp. 12C4/15–12C4/20 vol.2. <https://doi.org/10.1109/FIE.1999.841640>.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*, CUP. <https://doi.org/10.1017/CB09780511609268>.
- Lee, K.-C., Chang, K.-N., Yu, S.-S., Chang, I.-C., Shia, C.-W., Chen, W.-C. e Huang, J.-H. (1997). Design and implementation of important applications in a java-based multimedia digital classroom, *IEEE Trans. Consum. Electron.* **43**: 264 – 270. <https://doi.org/10.1109/30.628612>.
- Lipponen, L., Hakkarainen, K. e Paavola, S. (2004). *Practices and orientations of CSCL*, pp. 31–50. https://doi.org/10.1007/1-4020-7921-4_2.
- Liu, C. J., Yang, C.-L., Williams, J. J. e Wang, H.-C. (2019). Notestruct: Scaffolding note-taking while learning from online videos, *CHI EA, CHI EA '19*, ACM, New York, NY, USA, p. 1–6. <https://doi.org/10.1145/3290607.3312878>.
- Makany, T., Kemp, J. e Dror, I. (2009). Optimising the use of note-taking as an external cognitive aid for increasing learning, *Br. J. Educ. Technol.* **40**: 619 – 635. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00906.x>.
- Mang, C. e Wardley, L. (2012). Effective adoption of tablets in post-secondary education: Recommendations based on a trial of ipads in university classes, *JITE: Innov. Pract.* **11**: 301–317. <https://doi.org/10.28945/1720>.
- Marrandino, A., Sbattella, L. e Tedesco, R. (2011). Supporting note-taking in multimedia classes: Polinotes, *THET*, IEEE, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1109/THET.2011.6018681>.
- Meng, X., Zhao, S. e Edge, D. (2016). Hynote: Integrated concept mapping and notetaking, *AVI*, ACM, pp. 236–239. <https://doi.org/10.1145/2909132.2909277>.
- Miura, M., Kunifuji, S., Shizuki, B. e Tanaka, J. (2005). Airtransnote: augmented classrooms with digital pen devices and rfid tags, *WMTE*, IEEE, pp. 56–58. <https://doi.org/10.1109/WMTE.2005.9>.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. e Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement, *BMJ* **339**. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Morehead, K., Dunlosky, J. e Rawson, K. (2019). How much mightier is the pen than the keyboard for note-taking? a replication and extension of mueller and oppenheimer (2014), *Educ. Psychol. Rev.* **31**. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09468-2>.
- Morris, M. R., Brush, A. B. e Meyers, B. R. (2007). Reading revisited: Evaluating the usability of digital display surfaces for active reading tasks, *TABLETOP*, IEEE, pp. 79–86. <https://doi.org/10.1109/TABLETOP.2007.12>.
- Mueller, P. e Oppenheimer, D. (2014). The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking, *Psychol. Sci.* **25**. <https://doi.org/10.1177/0956797614524581>.
- Novak, J. e Gowin, D. (1984). *Learning How to Learn*, CUP. <https://doi.org/10.1017/CB09781139173469>.
- Numazawa, M. e Noto, M. (2016). The effect of education and learning using note-taking application, *SMC*, IEEE, pp. 844–848. <https://doi.org/10.1109/SMC.2016.7844345>.
- O'Hara, K. (1996). Towards a typology of reading goals, *Technical report*, RXRC, Cambridge, UK.
- Oviatt, S. (2002). *Multimodal Interfaces*, LEA, USA, p. 286–304. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00437-7_1.
- Pearson, J., Buchanan, G., Thimbleby, H. e Jones, M. (2012). The digital reading desk: A lightweight approach to digital note-taking, *Interact. Comput.* **24(5)**: 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.03.001>.
- Peper, R. J. e Mayer, R. E. (1986). Generative effects of note-taking during science lectures., *J. Educ. Psychol.* **78**: 34–38. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.78.1.34>.

- Price, M., Schilit, B. e Golovchinsky, G. (1998). Xlibris: The active reading machine, *CHI*, ACM, p. 22–23. <https://doi.org/10.1145/286498.286510>.
- Pros, R. C., Tarrida, A. C., del Mar Badia Martin, M. e del Carmen Cirera Amores, M. (2013). Effects of the power-point methodology on content learning, *Intang. Cap.* . <https://doi.org/10.3926/ic.370>.
- Purgathofer, P. e Luckner, N. (2014). Aurora - exploring social online learning tools through design, *ACHI*.
- Ravizza, S. M., Uitvlugt, M. G. e Fenn, K. M. (2017). Logged in and zoned out: How laptop internet use relates to classroom learning, *Psychol. Sci.* **28**(2): 171–180. <https://doi.org/10.1177/0956797616677314>.
- Raymond W. Kulhavy, J. W. D. e Silver, L. (1975). The effects of notetaking and test expectancy on the learning of text material, *J. Educ. Res.* **68**(10): 363–365. <https://doi.org/10.1080/00220671.1975.10884802>.
- Reader, W. e Hammond, N. (1994). Computer-based tools to support learning from hypertext: Concept mapping tools and beyond, *Comput. Educ.* **22**(1): 99–106. [https://doi.org/10.1016/0360-1315\(94\)90078-7](https://doi.org/10.1016/0360-1315(94)90078-7).
- Reilly, M., Shen, H., Calder, P. e Duh, H. (2015). Sustaining cognitive diversity in collaborative learning through shared spatially separated virtual workspaces on mobile devices, *OzCHI*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 171–193. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16940-8_9.
- Rigas, D. e Sallam, M. (2010). Multimodal e-learning on note-taking: A user satisfaction perspective, WSEAS, Stevens Point, Wisconsin, USA. <https://api.semantic scholar.org/CorpusID:17222206>.
- Romat, H., Pietriga, E., Henry-Riche, N., Hinckley, K. e Appert, C. (2019). Spaceink: Making space for in-context annotations, *UIST*, *UIST '19*, ACM, New York, NY, USA, p. 871–882. <https://doi.org/10.1145/3332165.3347934>.
- Rusu, A., Dainton, G., Dahm, K. e Melting, J. (2008). Automatic generation of technical-style notes from live lecture, *FIE*, IEEE, pp. S3B–3. <https://doi.org/10.1109/FIE.2008.4720547>.
- Schnackenberg, H. L. (2013). Tablet technologies and education, *Int. J. Educ.* **1**: 44–50. <https://doi.org/10.18488/journal.61/2013.1.4/61.4.44.50>.
- Sellen, A. e Harper, R. (2002). The myth of the paperless office, *Inf. Res.* **7**. <https://doi.org/10.7551/mitpress/4833.001.0001>.
- Silvestre, F., Broisin, J. e Vidal, P. (2014). Tsaap-notes – an open micro-blogging tool for collaborative notetaking during face-to-face lectures, *ICALT*, IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.22>.
- Simon, B., Davis, K., Griswold, W. G., Kelly, M. e Malani, R. (2008). Noteblogging: Taking note taking public, *ICALT*, *SIGCSE '08*, ACM, New York, NY, USA, p. 417–421. <https://doi.org/10.1145/1352135.1352278>.
- Singh, G. e Denoue, L. (2004). Collaborative note taking, *WMTE*, IEEE, pp. 163–167. <https://doi.org/10.1109/WMTE.2004.1281375>.
- Spitzer, M. (2014). Information technology in education: Risks and side effects, *Trends Neurosci. Educ.* **3**: 81 – 85. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.09.002>.
- Stacy, E. e Cain, J. (2015). Note-taking and handouts in the digital age, *Am. J. Pharm. Educ.* **79**: 107. <https://doi.org/10.5688%2Fajpe797107>.
- Steimle, J., Brdiczka, O. e Mühlhäuser, M. (2008). Coscribe: Using paper for collaborative annotations in lectures, *ICALT*, IEEE, pp. 306–310. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.39>.
- Stifelman, L. J., Arons, B., Schmandt, C. e Hulstén, E. A. (1993). Voicenotes: A speech interface for a hand-held voice notetaker, *CHI*, ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/169059.169150>.
- Subramonyam, H., Seifert, C., Shah, P. e Adar, E. (2020). Textsketch: Active diagramming through pen-and-ink annotations, *CHI*, ACM, New York, NY, USA, p. 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376155>.
- Tashman, C. S. e Edwards, W. K. (2011). Liquidtext: A flexible, multitouch environment to support active reading, *CHI*, ACM, New York, NY, USA, p. 3285–3294. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979430>.
- Ukelson, J. P. (2015). Lecturemonkey – a platform for collaborative mobile lecture capturing and e-learning publishing, *IMCTL*, IEEE, pp. 401–405. <https://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359630>.
- Varadarajan, A., Patel, N., Maxim, B. e Grosky, W. I. (2008). Analyzing the efficacy of using digital ink devices in a learning environment, *Multimed. Tools Appl.* **40**(2): 211–239. <https://doi.org/10.1007/s11042-008-0205-4>.
- Vega, L., Dickey-Kurdziolek, M., Shupp, L., Pérez-Quinones, M., Booker, J. e Congleton, B. (2007). Taking notes together: Augmenting note taking, *CTS*, IEEE, pp. 16 – 23. <https://doi.org/10.1109/CTS.2007.4621733>.
- Wald, M. (2005). Using automatic speech recognition to enhance education for all students: Turning a vision into reality, *FIE*, IEEE, pp. S3G–S3G. <https://doi.org/10.1109/FIE.2005.1612286>.
- Wan, X., Rubens, N. e Okamoto, T. (2013). An inquiry based collaborative learning using in e-notebook system, *ICALT*, IEEE, pp. 100–101. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2013.33>.
- Ward, N. e Tatsukawa, H. (2003). A tool for taking class notes, *IJHCS* **59**: 959–981. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.07.003>.
- Xingya, X. e Shibata, H. (2018). A multimodal interface for drawing diagrams in talking, *AVI*, ACM. <https://doi.org/10.1145/3206505.3206572>.