

INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ATRAVÉS DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS): POTENCIALIDADES NO ENSINO DO MOVIMENTO UNIDIMENSIONAL

*EVIDENCE OF MEANINGFUL LEARNING THROUGH INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICTs): POTENTIAL IN TEACHING ONE-
DIMENSIONAL MOTION*

Carla Beatriz Spohr

Doutorado em PG-D Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Líder do grupo de pesquisa G-MEGA (Grupo Mega potencializador de ensino-aprendizagem significativa).

Docente do magistério superior no curso de Ciências da Natureza - Licenciatura e do PPG Educação em Ciências da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Uruguiana.

carlaspohr@unipampa.edu.br

Bruno de Alencastro Louzada

Doutorando em Educação em Ciências (PPGECi) pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

Integrante do grupo de pesquisa G-MEGA (Grupo Mega potencializador de ensino-aprendizagem significativa).

brunoalencastrolouzada@gmail.com

Sam Felipe Garcez Folgearini

Doutorando em Educação em Ciências (PPGECi) pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

Integrante do grupo de pesquisa G-MEGA (Grupo Mega potencializador de ensino-aprendizagem significativa).

Docente de ensino médio e do ensino superior no Instituto Federal Farroupilha (IFFar - Campus Alegrete).

sanfolgearine.aluno@unipampa.edu.br

Resumo

A constante evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação tem transformado as práticas pedagógicas, ampliando possibilidades para aprendizagens mais significativas, sobretudo em conteúdos abstratos como a cinemática. Este estudo investiga de que modo essas tecnologias, utilizadas de forma intencional e articuladas à Teoria da Aprendizagem Significativa, contribuem para a compreensão de conceitos do movimento unidimensional. A pesquisa foi realizada com estudantes de Física, por meio da análise de Mapas Conceituais elaborados em dois momentos: antes e após atividades mediadas por recursos digitais, como o *CmapTools*. A metodologia consistiu na identificação de relações conceituais duvidosas e na categorização das justificativas dos alunos segundo critérios de coerência científica. Os resultados indicam evidências de Aprendizagem Significativa, percebidas na evolução das categorias analíticas e na maior clareza conceitual apresentada pelos estudantes envolvidos. Conclui-se que o uso planejado das Tecnologias da Informação e Comunicação favorece a compreensão crítica, contextualizada e duradoura dos conteúdos de Física.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Tecnologias digitais, Ensino de Física, Movimento unidimensional, Mapas Conceituais.

Abstract

The constant evolution of Information and Communication Technologies has transformed teaching practices, expanding possibilities for more meaningful learning, especially in abstract subjects such as kinematics. This study investigates how these technologies, when used intentionally and integrated with the Theory of Meaningful Learning, contribute to the understanding of concepts related to one-dimensional motion. The research was conducted with physics students through the analysis of Concept Maps created at two different stages: before and after activities mediated by digital resources, such as *CmapTools*. The methodology involved identifying questionable conceptual relationships and categorizing students' justifications according to criteria of scientific coherence. The results indicate evidence of Meaningful Learning, observed in the evolution of the analytical categories and in the greater conceptual clarity demonstrated by the students involved. It is concluded that the planned use of Information and Communication Technologies fosters a critical, contextualized, and lasting understanding of physics content.

Keywords: Meaningful learning, Digital technologies, Physics teaching, One-dimensional movement, Concept maps.

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm promovido mudanças significativas nas práticas pedagógicas, oferecendo novas possibilidades para o ensino de Ciências e, em especial, da Física (Araújo *et al.*, 2025). No entanto, mais importante do que fazer uso de qualquer tecnologia é a forma como as pessoas a utilizam dentro do processo individualizado ou coletivo, ou seja, como elas tornam as tecnologias úteis às suas vidas, considerando os seus diversificados estilos de aprendizagem (Mozzaquatro *et.al*, 2010).

No que diz respeito a essa área de ensino, se tratando de temas complexos como a Física do movimento, é possível criar conexões significativas entre os conceitos científicos e as experiências prévias dos estudantes, criando estratégias para uma aprendizagem duradoura e crítica (Lima; Dorneles; Rosa, 2025; Moreira; Masini, 2001).

Conteúdos como o movimento unidimensional precisam de um desenvolvimento cuidadoso e da criação de situações que favoreçam a compreensão por meio da experimentação e da contextualização devido à sua natureza abstrata (Araújo *et al.*, 2025), para que assim ocorram evidências de Aprendizagem Significativa na perspectiva de (Moreira, 2012).

Nesse sentido, as TICs quando utilizadas de forma articulada ao objeto de conhecimento, podem atuar como mediadoras dessa aprendizagem, potencializando experiências interativas e visualmente significativas, capazes de ancorar a teoria com a prática (Giassi; Ramos, 2016; Belloni, 2022; Kenski, 2014).

Quando se fala em Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), vale destacar que essa é uma proposição de Ausubel (2000) sobre como o ser humano adquire e organiza novos conhecimentos com base no que já sabe, partindo do princípio de que a aprendizagem ocorre de forma mais profunda e duradoura quando novas informações são relacionadas, de maneira não arbitrária e não literal, a conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo o autor, a aprendizagem é significativa quando os novos conteúdos são ancorados em conhecimentos prévios, denominados “subsúnciores”, quando o estudante os processa não por simples memorização (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Nessa perspectiva, os novos conteúdos se conectam e interagem com elementos relevantes da estrutura cognitiva já existente no sujeito, no qual o potencial se manifesta durante a aprendizagem, e as novas informações são relacionadas a elementos cognitivos previamente consolidados como imagens, símbolos ou conceitos que já tenham significado para o estudante (Ausubel, 2000; Moreira, 2012, 2017).

Para Moreira (2012; 2017), essa aprendizagem depende da organização lógica dos conteúdos e da mediação docente, permitindo que o estudante construa significados ao relacionar o novo saber à sua estrutura cognitiva.

Segundo Cruz, Tavares e Costa (2020), as TICs, ao serem utilizadas com intencionalidade pedagógica, permitem a criação de contextos de aprendizagem conectados com a realidade dos estudantes, promovendo a participação e o desenvolvimento conceitual. As TICs são recursos que podem facilitar a construção do conhecimento pelo estudante de forma significativa e crítica. (Cruz; Tavares; Costa, 2020; Giassi; Ramos, 2016).

O trabalho pedagógico apoiado por recursos como simuladores interativos, *Google Forms* e Mapas Conceituais digitais oferecem o suporte necessário para que o estudante deixe de ser um receptor passivo e passe a protagonizar a própria aprendizagem. Essas TICs, quando utilizadas com intencionalidade, no sentido pedagógico, fazem a mediação exploratória de

conteúdos no formato autônomo e reflexivo, facilitando a ancoragem de novos conceitos à sua estrutura cognitiva (Kenski, 2014; Ausubel, 2000). Enquanto abordagem, possibilitam um ambiente de participação ativa, atendendo às competências de cultura digital e autonomia previstas nos documentos oficiais da educação brasileira, promovendo uma apropriação do saber mais contextualizada e significativa (Belloni, 2022; Kenski, 2024)

Dessa forma, este estudo investiga como as Tecnologias da Informação e Comunicação, ancorado nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, podem facilitar aprendizagens significativas na compreensão de conceitos de Física (cinemática), sobre o movimento unidimensional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico busca apresentar o uso das TICs e a TAS como potencial na busca por indícios de aprendizagens significativas, ancorado em princípios estabelecidos por estudos da área e documentos oficiais.

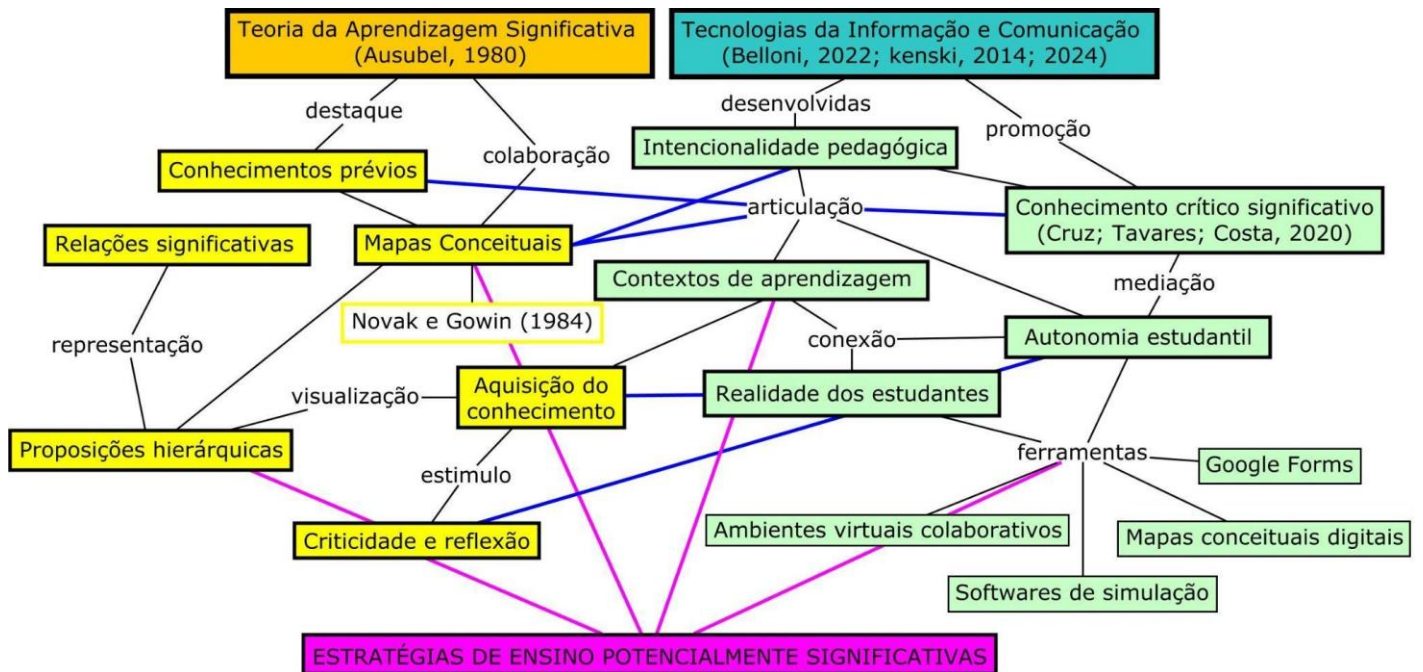
Segundo Ausubel “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo [...]” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 4). A compreensão do conteúdo, portanto, depende da relação lógica e substantiva entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva já estabelecida.

Novak e Gowin (1984) tiveram participação importante no desenvolvimento e aplicação da TAS, interpretando os princípios propostos por Ausubel em estratégias didáticas, principalmente no que se refere aos Mapas Conceituais (MC). Os MC têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições, contribuindo para a visualização e aquisição do conhecimento (Novak, 1998; Novak; Gowin, 1984). Para Novak (2000, p. 49), “os mapas conceituais irão desempenhar um papel fundamental como uma ferramenta de representação do conhecimento que um formando possui e, também, da estrutura de conhecimento de qualquer assunto”.

Independentemente de serem elaborados manualmente ou por meio de recursos digitais, os MC materializam a visão de Valente (1993) quando utilizam a tecnologia como um elemento propulsor de uma nova cultura educacional. O eixo do processo faz um deslocamento do ato de ensinar para a experiência de aprender, devolvendo ao estudante a governança sobre sua própria trajetória cognitiva. Onde o docente deixa de ser um mero transmissor de informações para tornar-se um facilitador da construção do saber, que emerge como fruto direto do envolvimento intelectual e da dedicação ativa do próprio aprendiz.

As TICs podem ter um papel colaborador nessas relações lógicas (Giassi; Ramos, 2016), com o desenvolvimento de metodologias mais dinâmicas objetivadas na participação do estudante. Quando articuladas à TAS (Ausubel, 2000), as TICs contribuem para o desenvolvimento de competências cognitivas e práticas, por meio de diversas ferramentas, que para Moreira (2012) podem ser materiais potencialmente significativos aqueles que possuem clareza, organização lógica e relevância conceitual (Belloni, 2022; Fassbinder; Baldan, 2021). Essa articulação pode ser percebida na Figura 1.

Figura 1: relação articulada entre TICs e TAS.



Fonte: autores/as, 2025.

Nesse sentido, o alinhamento destas perspectivas às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para formação inicial em nível superior de profissionais do magistério da educação escolar básica (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados não licenciados e cursos de segunda licenciatura) indica que deve haver a “oportunidades para a reflexão crítica sobre as diferentes linguagens e seus processos de construção, disseminação e uso, incorporando-os ao processo pedagógico, com a intenção de possibilitar o desenvolvimento da criticidade e da criatividade” (Brasil, 2024, p. 5). O mesmo ainda propõe que “o desenvolvimento, a execução, o acompanhamento e a avaliação de projetos educacionais, incluindo o uso de tecnologias educacionais e diferentes recursos e estratégias didático-pedagógicas” (Brasil, 2024, p. 5). Essa articulação possibilita e garante a elaboração de práticas pedagógicas reflexivas, centradas na realidade do estudante e na construção de significados, aspectos importantes no desenvolvimento da TAS.

Com relação às licenciaturas, o documento propõe uma base comum nacional, pautada

pela necessidade de assegurar a socialização profissional inicial dos licenciandos, considerando às múltiplas realidades e contextos sociais em que estão inseridas as instituições de Educação Básica, suas diversificadas formas de organização e as características, necessidades e singularidades dos estudantes (Brasil, 2024, p. 4).

No que diz respeito à Educação Básica, ao ingressarem em sala de aula, os licenciados devem alcançar competências e habilidades durante o processo de ensino. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em sua Competência Geral 5, propõe que os estudantes devem

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2017, p. 9).

Para a área que contempla os objetos de conhecimento de Física, deve-se “Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar,

acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (Brasil, 2017, p. 324)”.

Com relação à Aprendizagem Significativa, é possível desenvolver o que estes documentos propõem, o Quadro 1 sintetiza as bases conceituais que orientam a interpretação dos processos de ensino e aprendizagem pensados para esta investigação. A inclusão desta sistematização no referencial teórico estabelece parâmetros para o acompanhamento da proposta, permitindo que a mediação tecnológica seja avaliada sob a ótica da construção de novos sentidos.

Quadro 1: Princípios da TAS desenvolvidos no estudo.

Princípio	Perspectiva descrita
Conhecimentos Prévios (Subsunçores)	É a base da TAS. Refere-se aos conceitos, imagens ou símbolos já existentes na estrutura cognitiva do estudante que servem de "âncora" para a nova informação.
Material Potencialmente Significativo	Refere-se aos recursos que possuem clareza, organização lógica e relevância conceitual inerente, sendo possível por meio deles, interagir com os “subsunçores” do estudante.
Diferenciação Progressiva	Processo em que os conceitos mais gerais e inclusivos da área de estudo são apresentados primeiro e no decorrer da proposta, são progressivamente detalhados e especificados.
Reconciliação Integrativa	Ocorre quando novas ideias são relacionadas a conceitos já aprendidos, permitindo que o estudante perceba semelhanças, diferenças ou resolva conflitos conceituais anteriores.
Aprendizagem Substantiva e Não-Arbitrária	É o processo em que a nova informação não é memorizada mecanicamente, mas se conecta à estrutura cognitiva de forma lógica e com significado próprio para o aprendiz.

Fonte: autores/as, 2025. Adaptado de Moreira, 2012; 2017.

Estes fundamentos estão articulados de forma contínua ao longo de todo o estudo, servindo como lentes interpretativas para identificar indícios das transformações na estrutura cognitiva dos sujeitos e para validar a eficácia das estratégias pedagógicas implementadas, desde o diagnóstico inicial até a consolidação dos resultados finais. Pensados tanto para a formação inicial de licenciados, quanto para as perspectivas futuras de docência.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa de abordagem qualitativa-exploratória a partir da análise interpretativa dos instrumentos. Quanto ao percurso metodológico, o mesmo se orienta a partir das concepções de Gil (2010) para pesquisas qualitativas e as diretrizes de Rosenthal (2018) no que diz respeito à análise interpretativa, a qual considera as explicações e participação dos sujeitos.

Essa relação metodológica permite que a investigação vá além do simples registro de dados, focando na subjetividade e na participação dos estudantes. Na proposta deste estudo, essa integração promove uma interpretação minuciosa das justificativas elaboradas pelos licenciandos nos MC, onde a "participação dos sujeitos" é tratada como o elemento para identificar padrões de compreensão e indícios de Aprendizagem Significativa.

A análise interpretativa de Rosenthal (2018) é uma ferramenta que valida as vozes dos participantes, permitindo categorizar suas evoluções conceituais com base na clareza e coerência de seus próprios argumentos.

As estratégias didáticas apresentadas foram implementadas no curso de Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus Uruguaiana-RS¹, no decorrer do primeiro semestre do ano de 2023, na disciplina de Física do Movimento.

As atividades (Quadro 2) foram planejadas para articular diferentes recursos de TIC e abordagem de ensino.

Quadro 2: Planejamento de atividades.

Atividade	Descrição
I- Análise inicial do Mapa Conceitual	Os acadêmicos realizaram individualmente e sem consulta a identificação de relações corretas e duvidosas entre os conceitos de Movimento, apresentados através de um mapa conceitual.
II- Vídeos e tirinhas	Fez-se o uso de vídeos introdutórios ao tema do componente curricular (Movimento), apresentando suas aplicações, permitindo que os acadêmicos visualizassem diferentes cenários e situações do cotidiano. Através das tirinhas ilustrativas, os acadêmicos identificaram quais movimentos e conceitos ela apresentava e que relações eram percebidas.
III- Laboratório virtual	O Laboratório de Movimento Retilíneo ² , permitiu aos acadêmicos realizar simulações de Movimentos Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimentos Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), manipulando variáveis como velocidade e aceleração de forma interativa. Essa ferramenta virtual proporciona uma experiência visual, complementando as atividades práticas e experimentais.

¹ Projeto Político Pedagógico do Curso:

https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/143/6/PPC_Ciencias_da_Natureza_Uruguaiana_2023.pdf.

² Simulador de movimento: <https://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-movimiento-rectilineo>

IV- Atividades práticas	Atividades experimentais com uso de equipamentos disponíveis no laboratório de física e/ou materiais alternativos que possibilitaram a interação entre os discentes, manipulação de variáveis (distância, tempo, velocidade).
V- Elaboração de Mapas Conceituais	Os acadêmicos elaboraram mapas conceituais individuais, organizando os conceitos aprendidos sobre os Movimentos e destacando as relações entre eles. Os mapas foram construídos pelos estudantes, individualmente, a partir de questões norteadoras que possibilitaram a mobilização dos conhecimentos.
VI- Relatório de atividades experimentais	Após as atividades experimentais, os acadêmicos escreveram relatórios detalhados, no qual descreveram os procedimentos, apresentaram os dados coletados e discutiram as conclusões sobre os experimentos realizados. Esse exercício reforçou a reflexão crítica sobre os conceitos aprendidos e integrou a teoria à prática experimental.
VII- Análise final do Mapa Conceitual	Os acadêmicos realizaram individualmente e sem consulta a identificação de relações corretas e duvidosas entre os conceitos de Movimento, apresentados através de um mapa conceitual.

Fonte: autores/as, 2025. Adaptado de Spohr *et. al*, 2025.

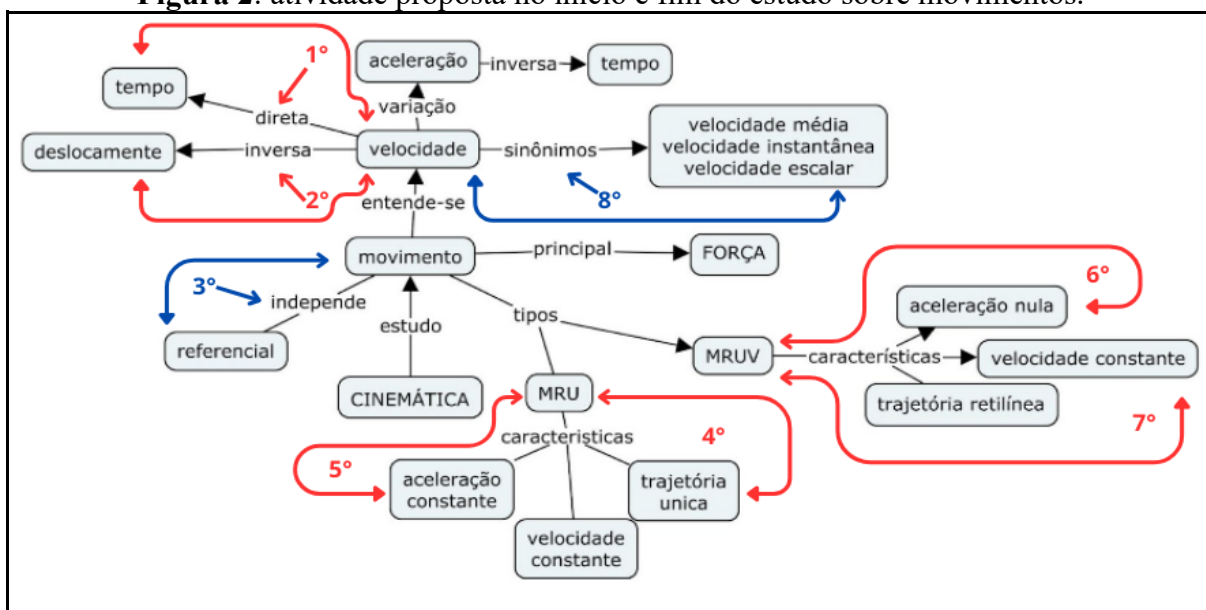
Vale dizer que os 45 estudantes, regularmente matriculados, participaram da pesquisa e que todos os materiais serviram como método avaliativo do componente curricular em questão. No entanto, foram considerados para este estudo apenas aqueles que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e entregaram os MC inicial e final, contemplando a participação de 14 sujeitos. Este estudo faz parte de um projeto maior que possui aprovação na Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) CAAE: 080014124.6.0000.5323.

O MC foi elaborado pela docente da disciplina, com uso do *software CmapTools*³. Na elaboração do Mapa, foram apresentadas relações equivocadas entre alguns conceitos, as quais os acadêmicos deveriam destacar e justificar o erro na relação. Todas as relações cientificamente aceitas e duvidosas estão em destaque no MC (Figura 2).

Orientação para a atividade: No MC apresentado, existem relações certas e duvidosas entre os conceitos. 1) Circule as relações duvidosas, numere como se fosse uma legenda e explique o que você entende que está duvidoso com base no conceito que você julga correto.

Para este estudo, foram consideradas apenas as relações em destaque na cor vermelha, que indicam a dependência entre as grandezas físicas: velocidade, deslocamento e tempo, Movimentos Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimentos Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). A atividade foi proposta em dois momentos: um que antecedeu o estudo e outro para a finalização do mesmo.

³ Software CmapTools: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>.

Figura 2: atividade proposta no início e fim do estudo sobre movimentos.

Fonte: autores/as, 2025.

No Quadro 3 estão apresentadas as relações duvidosas, que serão consideradas para este trabalho. Também são apontados os conceitos cientificamente aceitos considerados para análise dos argumentos descritos pelos acadêmicos, de acordo com a orientação da atividade proposta.

Quadro 3: Conceito cientificamente aceito e relações duvidosas apresentadas.

Conceito cientificamente aceito	Relações	Mapa Conceitual
A velocidade de um corpo é diretamente proporcional ao seu deslocamento e inversamente proporcional ao tempo que leva para percorrer tal deslocamento (Hewitt, 2002).	1º e 2º	
As características do MRU prevêm uma trajetória é retilínea, ou seja, uma velocidade constante e consequentemente aceleração nula (Hewitt, 2002).	4º e 5º	
A trajetória é uma reta, a velocidade varia de maneira igual em tempos iguais e a aceleração constante é diferente de zero (Hewitt, 2002).	6º e 7º	

Fonte: autores/as, 2025.

O mapa inicial proporcionou a identificação dos conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre a relação entre conceitos sobre movimentos uniforme e uniformemente variado, bem como suas relações fundamentais (velocidade, aceleração, deslocamento e tempo). O Mapa final buscou evidências de Aprendizagem Significativa após o desenvolvimento das demais estratégias didáticas descritas no Quadro 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram analisados qualitativamente, utilizando a abordagem interpretativa de Rosenthal (2018). Examinamos os MC elaborados por 14 acadêmicos participantes desta pesquisa, comparando suas versões inicial e final.

A análise se deteve nas relações destacadas no Quadro 3 e nas justificativas apresentadas pelos sujeitos, de acordo com as orientações da atividade indicadas na Figura 2.

A partir dessa análise, organizamos os entendimentos dos participantes em quatro categorias principais, conforme detalhado no Quadro 4. Essas categorias foram estabelecidas a partir da precisão, clareza e relevância científica das respostas, possibilitando a identificação de padrões de compreensão, bem como das possíveis lacunas conceituais a respeito da compreensão da relação existente entre as grandezas velocidade, deslocamento e tempo.

Quadro 4: categorias de Análise.

Categoria 1 - Assinalou e justificou corretamente (C1):
Os acadêmicos que integram esta categoria foram capazes de identificar relações conceituais duvidosas e justificar adequadamente suas correções com base em conceitos cientificamente aceitos. Essas respostas demonstraram um entendimento significativo e coerente dos movimentos unidimensionais e uma clara articulação entre os conceitos envolvidos.
Categoria 2 - Assinalou e justificou de maneira confusa ou não aceita cientificamente (C2):
Nesta categoria, foram agrupados os casos em que os acadêmicos assinalaram relações duvidosas, mas apresentaram justificativas equivocadas, com falhas conceituais ou argumentativas. Esses resultados indicam a necessidade de mediação pedagógica para reconstruir o entendimento.
Categoria 3 - Assinalou parcialmente (um dos dois erros da relação) (C3):
Nesta categoria foram inseridos os acadêmicos que identificaram parcialmente os erros nas relações apresentadas. Em geral, esses participantes perceberam uma das inconsistências nas conexões conceituais, mas não conseguiram identificar a outra ou apresentar justificativas completas.
Categoria 4 - Não percebeu erros nas relações apresentadas (C4):
Esta categoria incluiu os acadêmicos que não identificaram nenhuma relação como duvidosa, mesmo diante de erros evidentes. Tal resultado pode estar relacionado à dificuldade em interpretar criticamente os mapas conceituais ou à falta de familiaridade com os conceitos apresentados.

Fonte: autores/as, 2025.

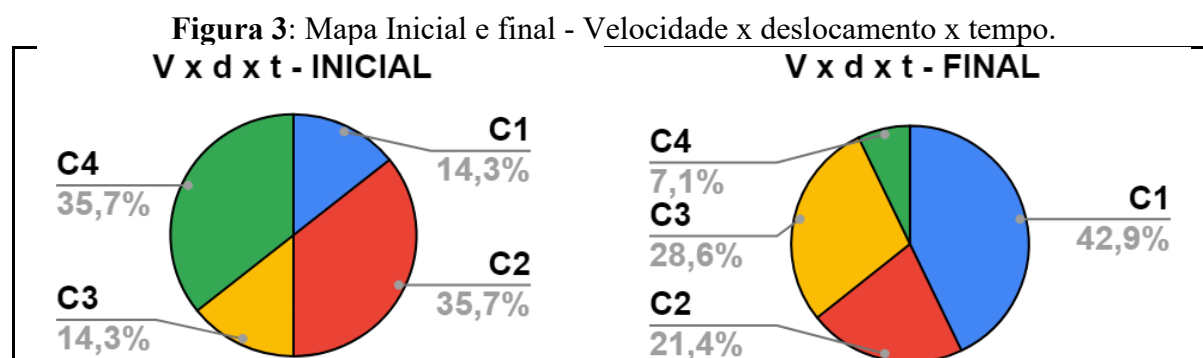
As categorias nos permitem considerar indícios de Aprendizagem Significativa, considerando as principais conexões entre velocidade, distância e tempo no MRU e MRUV. A reflexão considera tanto o conhecimento prévio dos acadêmicos quanto as possíveis evoluções conceituais que surgiram após o desenvolvimento das diferentes estratégias de ensino utilizadas para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Para isso, analisamos respectivamente as relações duvidosas 1ª e 2ª (velocidade, tempo e deslocamento), 4ª e 5ª (características do MRU), 6ª e 7ª (características do MRUV).

4. 1 RELAÇÕES VELOCIDADE, DESLOCAMENTO E TEMPO

A investigação feita nos MC inicial e final permite estabelecer um percentual de estudantes que se enquadram em cada categoria apresentada no Quadro 3.

A Figura 3 possibilita afirmar que os sujeitos, de modo geral, apresentam evidências de aprendizagem, já que conseguem perceber relação diretamente proporcional entre velocidade e deslocamento, bem como a relação inversamente proporcional entre velocidade e tempo. Essas evidências são percebidas no aumento de respostas classificadas como C1 e C3, assim como na redução de respostas classificadas como C2 e C4.



Fonte: autores/as, 2025.

O aumento de Mapas incluídos na categoria C1 de 14,3% para 42,9% (aumento de 28,6%) nos leva a considerar que possivelmente os estudantes que inicialmente não conseguiam perceber o erro nas relações indicadas (classificados em C4 no Mapa inicial) passaram a percebê-las.

Dos cinco Mapas inicialmente incluídos nessa categoria, 4 Mapas passaram a ser incluídos na categoria C1 e um dos Mapas passou a ser incluído ao final da análise na categoria C3. Durante a análise, tivemos dois Mapas incluídos na categoria C3 inicialmente. Destes, um passou a ser incluído agora na categoria C1. O outro Mapa permaneceu na categoria original.

Na categoria C2 também foram perceptíveis evoluções. Dos cinco Mapas incluídos na categoria, um deles passou ao final a ser incluído na categoria C1. A evolução conceitual nas respostas pode ser percebida no Mapa inicial de “A9” classificado inicialmente nesta categoria. O estudante justifica o erro na relação da seguinte forma: “*Velocidade e tempo não são necessariamente são diretos. Se observarmos pelo lado da aceleração ela se torna inversa. Se olharmos a velocidade continua ela pode ter uma relação direta*”. Já no Mapa final produzido pelo mesmo estudante encontramos a seguinte justificativa: “*Tempo e velocidade são inversos e deslocamento e velocidade são diretas*” (C1).

Com relação às estagnações observadas, Moreira (2012) afirma que a construção do conhecimento não é estática. Trata-se de um processo dinâmico variável com o tempo. É um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo em relação ao domínio de um campo conceitual.

É importante perceber, a partir da análise, que reduzir o número de respostas classificadas como C2 e C4 no comparativo entre os Mapas inicial e final pode manifestar evolução conceitual (C2 reduziu em 14,3 % enquanto que para C4 houve redução de 28,6%). Este dado pode demonstrar a evolução organizacional dos conceitos trabalhados ao explicitar a capacidade de generalização conceitual.

Para além disso, a evolução significativa dos Mapas produzidos pode ser um indicativo de aprendizagem. Na percepção de Novak (2000), o emprego de ferramentas avaliativas diferenciadas amplia o leque das capacidades humanas. “Investigações que utilizam testes de sondagem ou de múltipla escolha ou de verdadeiro-falso para avaliação de atitudes, conhecimentos ou aptidões [...] têm pouca correlação com o desempenho na vida real” (Novak, 2000, pág. 16-17).

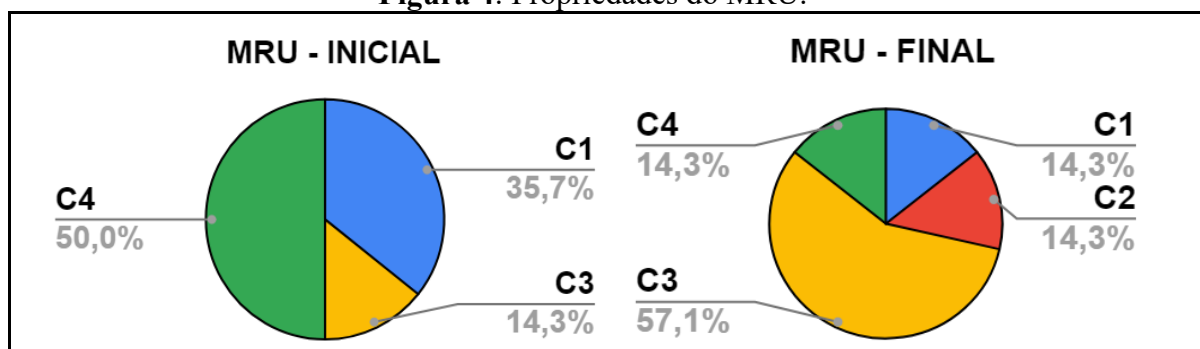
Araújo *et al.* (2025), Fassbinder e Baldan (2021) vão ao encontro de Novak quando indicam que ferramentas visuais e interativas, tais como os MC, ativam as redes neurais que facilitam a AS. As percepções de Novak (1998) podem ser constatadas a partir das reflexões feitas acerca dos Mapas inicial e final dos estudantes, os quais nos apresentam evidências da mobilização de novos conhecimentos.

4.2 RELAÇÕES QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS DO MRU

A evolução dos padrões de compreensão dos estudantes em relação às propriedades do MRU pode ser observada na Figura 04. Os dados apresentados resultam da análise comparativa entre os índices de respostas obtidos nos MC inicial e final, para as relações 4º e 5º, devidamente classificados segundo os critérios estabelecidos no Quadro 3.

Comparando os Mapas inicial e final para o MRU, percebemos indícios significativos de evolução conceitual entre os licenciandos, pelo acompanhamento gradual entre as categorias de compreensão. Constatamos uma redução de 14,3% na categoria C2, um dado considerado positivo, por refletir a superação de justificativas confusas ou cientificamente inconsistentes que surgiram no início do processo. Paralelamente, observamos um crescimento expressivo de 42,8% na categoria C3, demonstrando que um número maior de estudantes passou a identificar, ao menos parcialmente, as inconsistências nas relações apresentadas.

Figura 4: Propriedades do MRU.



Fonte: autores/as, 2025.

A queda de 35,7% nos índices da categoria C4 confirma que os sujeitos desenvolveram uma percepção mais elaborada sobre os conceitos, deixando de ignorar erros que antes passavam despercebidos, caracterizando um avanço na clareza e precisão dos significados construídos. Com a redução significativa desta categoria, podemos supor que a mediação tecnológica pode fornecer novos subsunçores que permitiram aos estudantes, no mínimo, começar a questionar as relações duvidosas propostas no Mapa.

Embora a Figura 4 aponte para avanços, como a expressiva redução de 35,7% na categoria C4 (estudantes que não percebiam erros), ainda existem desafios inerentes à Reconciliação Integrativa (Moreira, 2012) de conceitos que exigem alto grau de abstração. A exemplo, o estudante A6, inicialmente classificado em C1, justifica “*aceleração é igual a 0*” e “*a trajetória é linear/reta*”, no Mapa final não destaca essas relações duvidosas.

Um fator determinante para a compreensão do MRU é a necessidade de abstrair condições reais, como atrito e resistência do ar, para visualizar uma velocidade constante e aceleração nula. Como Araújo *et al.* (2025) indicam, situações de MRU puro são pouco experienciadas no cotidiano, tornando o conceito um "saber abstrato" de difícil ancoragem. Neste ponto, o uso do Laboratório de Movimento Retilíneo foi proposto como Material Potencialmente Significativo (Novak, 2000; Moreira, 2012), permitindo que os estudantes manipulassem variáveis de forma interativa, transformando o invisível (aceleração nula) em uma representação visual e lógica.

O crescimento da categoria C3 (de 14,3% para 57,1%) é o dado mais relevante desta seção. Sob a ótica de Moreira (2012; 2017), esse aumento reflete o processo de Diferenciação Progressiva: os estudantes começaram a detalhar o conceito de MRU e a identificar inconsistências parciais (como a trajetória retilínea), mas ainda não atingiram a estabilidade necessária para a Reconciliação Integrativa.

Essa "percepção parcial" traz uma reflexão de que o conhecimento está em uma fase de aprendizagem em desenvolvimento, onde o sujeito já não aceita passivamente o erro, mas ainda não consolidou a relação hierárquica completa entre aceleração, velocidade e trajetória no MRU.

O texto registra que 21,4% dos estudantes apresentaram um aparente declínio, saindo da categoria C1 para níveis de justificativas parciais ou confusas. À luz da TAS, esse movimento não deve ser visto necessariamente como um retrocesso, mas como prova de que a construção do conhecimento não é estática, e sim, dinâmica.

A introdução de novos materiais e reflexões críticas pode causar uma desestabilização momentânea em conhecimentos que estavam ancorados de forma mecânica ou superficial. O fato de estudantes como o "A6", que inicialmente justificavam corretamente, terem regredido

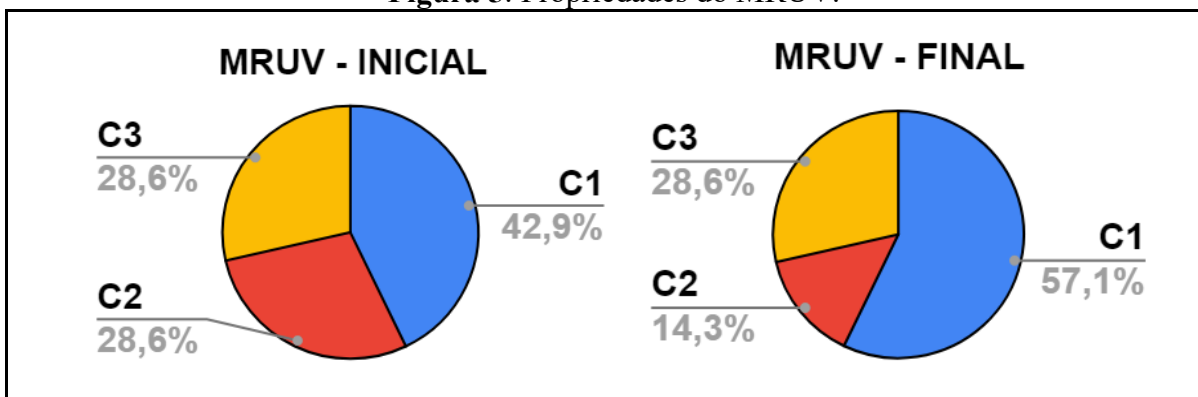
no Mapa final, implica em perceber que a aprendizagem substantiva ainda não havia ocorrido duradouramente, exigindo novas estratégias pedagógicas, para atender às diferentes velocidades de captação de significados.

Lançando olhar nas relações do MRU, embora as TICs tenham potencializado a percepção de erros (redução de C4), a plena Reconciliação Integrativa das características deste movimento é um processo progressivo. A predominância de estudantes em C3, aponta para uma fase de transição em que o estudante já protagoniza sua aprendizagem, mas ainda necessita de mediação docente contínua para fortalecer os novos significados em sua estrutura cognitiva.

4.3 RELAÇÕES QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS DO MRUV

Comparando o antes e depois das propriedades do MRUV, percebemos o maior índice de evidências de aprendizagem deste estudo, com 57,1% dos licenciandos atingindo a categoria C1 no Mapa final (Figura 5).

Figura 5: Propriedades do MRUV.



Fonte: autores/as, 2025.

Diferente do observado no MRU, o MRUV apresentou ausência total de estudantes na categoria C4 (que não percebem erros) desde o início, sugerindo uma ancoragem mais robusta em conhecimentos prévios consolidados. O fato de não haver registros na categoria C4 e um alto índice inicial em C1 (42,9%) nos chama a atenção para a natureza dos subsunçores dos estudantes. Para Moreira (2012), a aprendizagem ocorre quando a nova informação se conecta a conceitos já existentes.

Existe uma evolução nos índices de estudantes classificados em C1 (14,2%) e C3 apresentou estagnação, bem como reduziram os índices de C2 (14,3%) que implica um menor número de estudantes que assinalou os erros e justificaram de maneira confusa ou não aceita cientificamente.

Diferente das condições "ideais" e abstratas do MRU (velocidade constante sem atrito), o MRUV é a modalidade de movimento mais presente no cotidiano dos estudantes, onde acelerações e variações de velocidade são a regra, não a exceção. Essa vivência facilita a alfabetização científica, pois o grau de abstração necessário é menor, permitindo que os estudantes identifiquem com maior prontidão as inconsistências conceituais propostas no Mapa. Aqui, as TICs atuaram não para criar o conceito do zero, mas para refinar e validar cientificamente as percepções que o estudante já trazia de sua realidade (Giassi; Ramos, 2016).

Nesse sentido, a Reconciliação Integrativa no MRUV ocorreu de forma mais fluida. Segundo Moreira (2012), esse processo envolve identificar as semelhanças e a superação de conflitos entre o que se sabe e o novo saber. Como o grau de abstração exigido para o MRUV é menor devido à sua "proximidade com o real", as TICs não precisaram construir o conceito do zero, mas atuaram como mediadoras para refinar e dar rigor científico às percepções que o estudante já trazia de sua realidade.

Embora a categoria C3 tenha apresentado estagnação numérica (permanecendo em 28,6%), a análise interpretativa nos faz perceber uma evolução qualitativa interna, manifestada no processo de Diferenciação Progressiva. Este princípio de Moreira (2012) explica que a construção do conhecimento não é imediata, mas um processo de captação e diferenciação de significados que ocorre em rupturas e continuidades.

Para exemplificar, o caso do estudante A10 ilustra bem essa dinâmica: no Mapa inicial, sua justificativa focava na *"aceleração no MRUV é constante"*. No Mapa final, ele manteve-se em C3, mas agora no que diz respeito à velocidade constante como característica do MRUV, justificando que *"se v for variada, então não há velocidade constante"*. Essa mudança de foco indica que o estudante está explorando diferentes nuances do mesmo campo conceitual.

Havendo a mediação tecnológica, permitimos que os estudantes exteriorizassem suas estruturas cognitivas, tornando visível o que Novak (2000) chama de "ativação de redes neurais" que facilitam a aprendizagem significativa. No aumento de 14,2% em C1 e na redução de C2 entendemos que a combinação entre o Laboratório de Movimento Retilíneo, a elaboração dos Mapas e as demais atividades planejadas, proporcionaram um ambiente onde o erro foi utilizado como trampolim para a clareza e rigor científico.

Por fim, o MRUV, por haver a familiaridade cotidiana com o movimento variado, atua como um facilitador para a AS. No entanto, é a intencionalidade pedagógica no uso das TICs que garante que essa percepção intuitiva se transforme em conhecimento científico sólido (Belloni, 2022; Kenski, 2014), permitindo que a maioria dos estudantes (57,1%) consolidasse as características do MRUV de forma autônoma e reflexiva, atendendo às competências de cultura digital e criticidade previstas nas DCNs de formação de professores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração planejada das TICs ao ensino de Física, fundamentada na TAS, representa um caminho que facilita a compreensão de conceitos abstratos e complexos, como o movimento unidimensional. Não podemos considerar apenas como uma alternativa metodológica o uso das TICs, mas que ela pode aproximar teoria e prática, estimulando o protagonismo, a autonomia dos estudantes e valorizando seus conhecimentos prévios no processo de construção de significados.

Este estudo contribui para que o uso intencional de simuladores e MC digitais atue como material potencialmente significativo, mediando a ancoragem de novos conceitos à estrutura cognitiva dos aprendizes e permitindo a visualização de fenômenos que, de outra forma, permaneceriam no campo da abstração.

Compreendendo os indícios de Aprendizagem Significativa, manifestados pela transição de compreensões parciais para justificativas cientificamente coerentes. Entendemos que a mediação tecnológica auxiliou nos processos de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa, permitindo que os estudantes identificassem inconsistências conceituais e as

superassem por meio de uma postura reflexiva. Ficou evidente que a familiaridade cotidiana com fenômenos físicos, quando articulada a ferramentas digitais, serve como um subsunçor que transforma o erro em um degrau para o rigor científico.

Portanto, o uso das TICs no ensino vai além da substituição de recursos tradicionais, ela anseia uma nova postura pedagógica, contribuindo para o estudante perceber a relevância do conteúdo e relacioná-lo a seus conhecimentos prévios, neste caso no ensino de conceitos complexos como os da Física. O papel do docente, nesse contexto, sai da transmissão de informações para a facilitação da construção do saber, mediando as diferentes velocidades de captação de significados dos estudantes.

Destacamos que práticas pedagógicas que combinam recursos digitais, atividades investigativas e momentos de reflexão crítica podem contribuir para um ensino significativo, contextualizado e alinhado às demandas formativas atuais, como as previstas na BNCC e nas DCNs. Nesse sentido, o estudo não se limita a apresentar uma experiência pontual, mas à importância de repensar continuamente as estratégias didáticas, incorporando ferramentas e abordagens que estão alinhadas com a realidade dos estudantes e que promovam a construção de saberes duradouros.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. da S. *et al.* Simulações computacionais no ensino de física: desafios e potencialidades. **LUMEN ET VIRTUS**, São José dos Pinhais, v. XVI, n. XLVI, p.2795-2805, 2025. DOI: <https://doi.org/10.56238/levv16n46-084>.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação**. 3 ed. Campinas: Autores Associados, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília-DF: MEC/SEB, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 10 de jun. 2026.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP Nº 4, de 29 de maio de 2024**. Conselho Nacional de Educação/Secretaria Executiva. Brasília-DF, 2024. Disponível em: https://ime.unicamp.br/~extensao/doc/resolucao_cne_cp_4_2024.pdf. Acesso em: 11 jun. 2026.
- CRUZ, J.; TAVARES, E. dos S.; COSTA, M da. Aprendizagem significativa no contexto do ensino remoto. **Dialogia**, São Paulo, n. 36, p. 411–427, set./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5585/dialogia.n36.17760>. Acesso em: 05 jun. 2026.
- FASSBINDER, A. G. de O.; BALDAN, C. F. G. Relato de uso de estratégias ativas e tecnologias digitais no ensino de TICs para Pedagogia EaD. In: Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola (WIE 2021). CBIE 2021, p. 86–94. DOI: <https://doi.org/10.5753/WIE.2021.218469>.

GIASSI, M. G.; RAMOS, M. C. Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC no ensino aprendizagem de Ciências. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 22, n. 2, p. 52–62, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.7867/1982-4866.2016v22n2p52-62>. Acesso em: 04 de jun. 2026.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HEWITT, Paul. G. **Física Conceitual**. 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e tempo docente**. Campinas: Papirus editora, 2014.

LIMA, C. E. J.; DORNELES, P. F. T.; ROSA, C. T. W. da. Ensino de Física e Metacognição: contribuições para o ensino de Física em cursos de engenharia. **Revista Dynamis**, Blumenau, v. 31, e12417, 2025. DOI: <https://doi.org/10.7867/1982-48662025e12417>.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U, 2017.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOZZAQUATRO, P. M. **Adaptação do Mobile Learning Engine Moodle (MLE Moodle) aos diferentes estilos cognitivos utilizando hipermídia adaptativa**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5359/DIS_PPGCC_2010_MOZZAQUATRO_PATRICIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 1 jun. 2026.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

NOVAK, J. D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento**. Lisboa: Plátano Editora, 2000.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**: Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa, Plátano, 1998.

ROSENTHAL, G. **Pesquisa Social Interpretativa**. Göttingen: Göttingen University, 2018.

SPOHR, C. B. *et al.* O uso de mapas conceituais na perspectiva das TICs para identificar evolução conceitual na relação entre grandezas que caracterizam o movimento unidimensional. **In**: XV ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n. 15, 2024, Belém-PA. **Anais...** Belém-PA: ABRAPEC, 2025. p. 1-12. Disponível em: <https://enpec.abrapec.com/anais/enpec2025/trabalhos>. Acesso em 08 de jun. 2026.

VALENTE, José Armando. Por Quê o Computador na Educação. In: VALENTE, José Armando (Org.). **Computadores e Conhecimento**: repensando a educação (p. 24-44). Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1993.