



# Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e Ensino de Ciências Pela Pesquisa (ECP): Interfaces a Partir de uma Revisão Narrativa de Literatura

Marcello Ferreira  • André Luís Silva da Silva  • Olavo Leopoldino da Silva Filho 

## Resumo

Discutimos relações mínimas de *consistência* e *coerência* em processos de ensino e aprendizagem na interface da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e do Ensino de Ciências pela Pesquisa (ECP). Para isso, analisamos trabalhos que, explícita ou implicitamente, tenham realizado tal amálgama nas edições de 2013, 2015 e 2017 do ENPEC/ABRAPEC, ambiência que promove e dissemina conhecimentos acadêmicos de relevância e impacto; proceduralmente, utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD) em uma abordagem descritiva de uma revisão narrativa, em que a busca das fontes não é sistemática e é usualmente menos abrangente, embora útil como exploração primária ao campo de pesquisa. Cinco categorias argumentativas foram identificadas: (i) autores de referência com relação à TAS; (ii) abordagens metodológicas; (iii) alfabetização científica e suas potenciais contribuições ao ensino de ciências; (iv) o estudante como sujeito ativo/participativo no seu aprendizado; e o (v) uso de tecnologias digitais como estratégia de qualificação ao ensino de ciências. Os resultados indicaram que os autores mais frequentes foram Ausubel, Novak e/ou Gowin; as abordagens metodológicas dos trabalhos não foram mormente definidas, embora mencionados ações/instrumentos; quanto à alfabetização científica, houve ênfase nos estudantes, constatando-se que a mera apropriação de recursos midiáticos não subjaz fundamentos do conhecimento especializado que o ensino de natureza científica requer; em relação ao estudante como sujeito ativo/participativo, isso se pôde ver induzido pelo uso de metodologias na configuração de espaçostempos que privilegiaram a reflexão/problematização de saberes e fazeres; quanto às tecnologias digitais, elas foram recorrentemente recomendadas em abordagens didáticas, mediadas diretamente pelo professor com ênfase em participação, cooperação e pesquisa.

**Palavras-chave** ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA • APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA • ENPEC • EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS • ENSINO PELA PESQUISA

## Meaningful Learning Theory and Science Teaching Through Research: Interfaces From a Narrative Literature Review

### Abstract

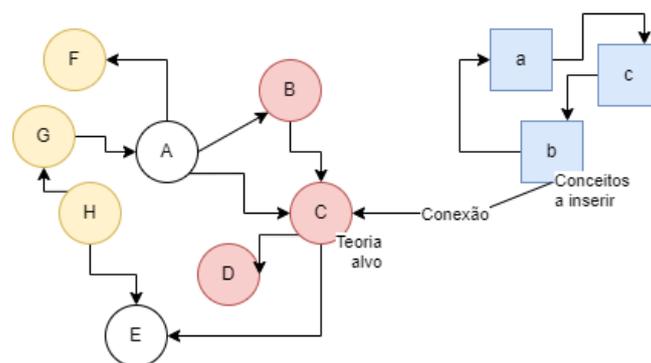
We discuss relationships of consistency and coherence in teaching and learning processes at the interface of Meaningful Learning Theory and Science Teaching through Research. For this, we analyze works that, explicitly or implicitly, have carried out such amalgamation in the 2013, 2015 and 2017 editions of ENPEC/ABRAPEC, an environment that promotes and disseminates academic knowledge of relevance and impact; procedurally, we used Discursive Textual Analysis in a descriptive approach to a narrative review, in which the search for sources is not systematic and is usually less comprehensive, although useful as a primary exploration of the research field. Five argumentative categories were identified: (i) authors of reference regarding the TAS; (ii) methodological approaches; (iii) scientific literacy and its potential contributions to science teaching; (iv) the student as an active/participating subject in their learning; and the (v) use of digital technologies as a qualification strategy for science teaching. The results indicated that the most frequent authors were Ausubel, Novak and/or Gowin; the methodological approaches of the works were not mainly defined, although actions/instruments were mentioned; as for scientific literacy, there was an emphasis on students, noting that the mere appropriation of media resources does not underlie the foundations of the specialized knowledge that teaching of a scientific nature requires; in relation to the student as an active/participative subject, this could be seen induced by the use of methodologies in the configuration of space-times that favor reflection/problematization of knowledge and actions; as for digital technologies, they were recurrently recommended in didactic approaches, mediated directly by the teacher with an emphasis on participation, cooperation and research.

**Keywords** DISCURSIVE TEXTUAL ANALYSIS • MEANINGFUL LEARNING • ENPEC • SCIENCE EDUCATION • RESEARCH TEACHING

## Introdução

Um amálgama teórico requer inúmeros cuidados. Teorias, quaisquer que sejam, são redes de significados imbricados; sua estrutura, organização, consistência e coerência podem ser abaladas por incorporações não originalmente previstas. Isso ocorre, especialmente, porque tal tessitura não pode ser invariavelmente subsumida como pertencente a *espaçotempo* qualquer, em um campo semântico e enunciativo hermético, de modo que a incorporação de conceitos, por mais aderente que possa parecer à primeira vista, pode contrastar e mesmo contraditar significados outros, não prospectados na arquitetura original de significação (Silva Filho & Cabrera, 2006). De fato, a incorporação de conceitos (eles mesmos perceptíveis como uma rede particular de significados) é sempre feita levando em consideração *uma parte específica* de uma teoria mais ampla, sem o preciso controle do vasto feixe de possíveis afluições e desdobramentos em partes mais distantes do *sistema* (Figura 1).

**Figura 1.** Introdução de conceitos (azul) em uma teoria já estabelecida (vermelho, branco e amarelo). A teoria completa, dificilmente, é levada toda em consideração, e é sempre necessário verificar se a conexão feita não produz incompatibilidades nos conceitos (amarelo) que não foram explicitamente considerados para o amálgama



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

A manutenção da coerência e da consistência entre os vínculos predicativos torna-se ainda mais complexa quando o amálgama é extrapolado a *duas teorias*, já que ambas são perpassadas por um conjunto bem delimitado de formulações e interconexões. Tal articulação, quando dedicada à constituição de processos de significação *quaisquer*, e não adequadamente realizada, torna-se um imbróglio que tende a se explicitar na respectivo espelhamento do referencial teórico em estratégias mais gerais acesso a tais significados, ao que se convencionou denominar metodologias. Mais crítico ainda é a dimensão do reflexo que um referencial teórico inconsistente pode ter na didatização de um tema particular, uma vez que uma organização didática é uma escolha concreta das possíveis estratégias, facultadas pela metodologia, que *serão realizadas* (Silva Filho & Ferreira, 2018; Silva Filho et al., 2021; Ferreira & Silva Filho, 2021).

É servido dessa preocupação que este trabalho pretende discutir, teoricamente, um possível amálgama entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e o Ensino de Ciências pela Pesquisa (ECP), tendo em vista a potencialidade das implicações didático-pedagógicas circunscritas ao ensino das ciências. De fato, se, por um lado, a TAS provê um referencial teórico poderoso para as instâncias do fenômeno da aprendizagem, qualificando-a segundo uma noção de significatividade, ela o faz em caráter genérico, sem referência a uma tecnologia educacional específica que possa dar a tais instâncias a necessária concretude. A ECP, portanto, estabelece essa complementariedade com a TAS, fornecendo, precisamente, os parâmetros necessários para que, diante de suas exigências precípuas, mas já conjugadas com os ditames da TAS, se possa desenvolver uma metodologia educacional capaz de fornecer bases para a construção de sequências didáticas específicas. Constrói-se, assim, uma dupla relação em que a TAS fornece fundamentação teórica para a própria noção de aprendizagem que, agora, a ECP absorve e concretiza pelos seus próprios ditames (Demo, 1997; 2000).

Por outro lado, dada a tradição e a recorrência, o amálgama entre TAS e ECP já se encontra supostamente realizado na literatura, fornecendo material específico que permite analisar e compreender maneiras como ele tem sido conduzido. Assim, na referida suposição que à frente se revelará ratificada nos achados investigativos, e como forma de aduzir e buscar elucidar essa relação, tomando-a como questão central de pesquisa, parte-se de uma análise ilustrativa de produções acadêmicas que abordam e se amparam, concomitantemente, na TAS e no ECP, a partir de três edições (2013, 2015 e 2017) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Esse tipo de articulação teórica, vale ressaltar, requer a observância dos fundamentos a partir dos quais se constroem essas noções, bem como da relevância, da regularidade e da versatilidade das fontes de acesso.

O primeiro elemento argumentativo expressivo adere à importância de fundamentar os processos de ensino e aprendizagem em teorias e metodologias que possibilitem a (trans)formação político-pedagógica dos indivíduos. Esse elemento, de caráter axiológico, demanda extensões da TAS, que podem ser abarcadas pelo ECP. De fato, como esperado, a articulação de dois ou mais referenciais teóricos diferentes introduzirá, de modo geral, modificações em cada um deles, seja para produzir ampliações, seja para estabelecer qualificações.

No contexto da articulação pretendida, é crucial a noção de “vivência”. Nesse sentido, defendemos que a construção da sociedade também se pauta na herança oriunda dos processos de educação, por uma integralização entre os conteúdos e as relações vivenciadas pelos estudantes na escola e na sociedade. De modo geral, as associações entre as vivências do sujeito e os conteúdos curriculares existem, mas nem sempre essa relação é explicitada claramente, e/ou aplicada ou considerada, não raro se tornando opaca aos estudantes.

Todavia, processos adequados de ensino e aprendizagem podem ser amparados por teorias e metodologias capazes de explicitar sua proposição, favorecendo, com isso, relações significativas e pertencidas ao universo existencial do estudante. Esses

processos favorecem a inclusão social e a formação de sujeitos críticos e aptos a atuar de modo colaborativo e socialmente comprometido, revelando, de fato, uma preocupação das abordagens críticas e pós-críticas no campo da educação em ciências (Ferreira & Loguercio, 2017): a mudança de ações corretivas para ações mais preventivas, visando apoiar o desenvolvimento e o bem-estar de crianças e jovens. A educação, nessa perspectiva, objetiva promover a cidadania e os valores comuns de liberdade, tolerância e inclusão, garantindo que crianças e jovens adquiram competências sociais, cívicas e interculturais. Portanto, essa formação deve ser parte do que se espera como resultado do processo de instrução formal.

Como forma de apresentar esses elementos em um contexto mais concreto, e com base na catalogação de informações, avaliamos a qualidade e a versatilidade de trabalhos acadêmicos relativos ao Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), o principal evento nacional na área. Os resultados obtidos foram avaliados, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo, considerando o número de publicações e as categorias definidas de acordo com a abordagem e metodologia empregadas nas respectivas produções acadêmicas e investigativas. De modo geral, eles corroboram à possibilidade de observar as principais tendências relacionadas à abordagem e à produção científica no âmbito da TAS e do ECP, com o viés da proposta de ensinar via procedimentos de pesquisa.

O ensino pela pesquisa, como mediador de interações significativas e da construção pedagógica de sujeitos autônomos, permite ampliar a noção de vivência (Moreira, 2006; Ausubel, 2003), pois engloba elementos existenciais dos estudantes envolvidos, além daqueles de subsunção (as âncoras cognitivas, propriamente), influenciando positivamente na adesão às propostas didáticas empregadas, condição fundamental para a aderência dos significados pretendidos.

## **Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e algumas de suas potenciais implicações didático-pedagógicas**

A proposta argumentativa, circunscrita à TAS, procura qualificar e contextualizar práticas de ensino e aprendizagem, *ancoradas* ao conhecimento prévio do sujeito (Ausubel, 2003; Moreira, 2006; Ferreira et al., 2020; Ferreira et al., 2021; Silva Filho & Ferreira, 2022). Certamente, a principal característica da TAS é oferecer alternativa aos modelos didático-pedagógicos convencionais, presentes e disseminados em muitos espaços educativos. Esses modelos são desenvolvidos em uma perspectiva de compartimentação e memorização de informações, por meio de componentes curriculares formatados em conteúdos e temas específicos. Ademais, ainda na perspectiva desses modelos, as aulas têm como foco, na maioria das vezes, o protagonismo do professor, legando aos estudantes a condição de objetos e de meros espectadores ao longo da trajetória acadêmica.

Esse processo pode ser compreendido como uma *aprendizagem mecânica*, de caráter mnemônico, cuja principal finalidade é o sucesso em avaliações periódicas para formular conceitos em determinadas áreas de estudo. Nesse modelo de ensino e

aprendizagem, o conhecimento prévio do estudante não se encontra em evidência e, em muitos casos, sequer é levado em consideração, uma vez que, em tese, a memorização não requer qualquer conceito-âncora para ser assimilada pela/na estrutura cognitiva.

Em contraponto, segundo Ausubel (2003), a *aprendizagem significativa* é aquela que decorre da relação *não arbitrária* entre conhecimentos prévios e novos, em que os primeiros servem de âncora, na estrutura cognitiva do aprendiz, para os segundos. A TAS privilegia essa relação não arbitrária, “posicionando” os estudantes em um papel mais central no processo de ensino e aprendizagem. Assim, é a partir dos desafios e das questões sociais que envolvem o aprendiz que se pode mobilizar a *ambiência* para uma aprendizagem significativa, ainda que Ausubel (2003) não tenha sobrelevado essa dimensão do problema, mantendo sua teoria em uma abordagem eminentemente conceitual.

Uma noção mais ampla de vivência pressupõe que a relação entre o que acontece na escola e fora dela é substancial para a construção de interações significativas na aprendizagem. Nesse sentido, é construída uma articulação entre as fontes de significatividade em Ausubel e Freire, de modo a estabelecer uma estrutura colaborativa para a efetivação de uma aprendizagem significativa (Freire, 1996).

O fato é que, nos espaços de educação convencionais, ainda prevalecem modelos de ensino e aprendizagem em que os estudantes são acostumados a receber o conteúdo pronto para estudo, em uma perspectiva de trabalho determinístico e progressivo que, muitas vezes, culmina no aumento contínuo de dificuldades. Nessa lógica, o estudante precisa apenas de adaptação, pois a ele cabe acompanhar o conteúdo, acumular informações e realizar exames avaliativos. Além disso, nessa perspectiva, o conteúdo é apenas *diferenciado progressivamente*, em que um novo conceito é apresentado, inicialmente, em sua forma mais geral e inclusiva, para só então ser diferenciado em suas especificidades (Ausubel, 2003), isto é, uma ideia fica cada vez mais diversificada, sistematizada e elaborada por diferentes perspectivas, e esse movimento pode ser nomeado de *analítico*.

Porém, quase sempre, não ocorre a *reconciliação integrativa* proposta pela TAS como um processo que retoma conceitos e hierarquias, de modo a possibilitar que o aprendiz reconheça quais são mais generalistas, quais são mais específicos e qual é o tipo de relação existente entre eles (Ausubel et al., 1980) — movimento que poderíamos considerar como *sintético*. É nesse momento que a coexistência de diversidade de vivências, agora compreendidas em caráter amplificado, pode contribuir imensamente, uma vez que a síntese se faz sempre que se considera o conjunto existencial do sujeito – fonte, é importante destacar, de idiosincrasias.

Em suma, entende-se que “[...] o conhecimento não é recebido passivamente nem pelos sentidos nem por meio da comunicação; o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito cognitivo” (Von Glasersfeld, 1996, p. 91), em um processo próprio e idiosincrático. Sob esse ponto de vista, cabe ao professor favorecer o processo de ensino e aprendizagem, ainda que não seja possível dar garantias prévias de seu sucesso.

Toda vez que uma nova informação é recebida, na perspectiva do processo de ensino e aprendizagem, buscam-se, cognitivamente, relações de correspondências com algo que a ampare e que seja capaz de lhe oferecer significado e identificação. Isso ocorre com base em relações e contrastes entre semelhanças e diferenças detectadas entre a nova informação e as vivências e construções anteriores. Tais relações representam o modo como os subsunçores se organizam, e esse processo é caracterizado como uma espécie de “checagem”, em que comparamos (diferenciamos) e percebemos as semelhanças (reconstruímos) de significados em nosso referencial cognitivo e existencial.

No espaço escolar, o formato de ensino seriado, com conteúdos organizados de modo fragmentado, impede, na maioria das vezes, que seja verdadeiramente possível construir uma visão sistêmica *do todo*. E mais, a estrutura compartimentada entre conteúdos e temas abordados em currículos das disciplinas de ensino não utiliza a ancoragem como elemento de construção e de formação dos sujeitos aprendizes e, quando isso ocorre, é de forma abstrata, ocasional ou não orientada pelo professor, em que subsunçores se confundem com pré-requisitos formais.

Não obstante, em algumas atividades amparadas por argumentos da TAS, o professor e a aula atuam como facilitadores da construção de conhecimentos, proporcionando *idas e vindas* cognitivas (análises e sínteses), nas quais são realizadas comparações, organizações e estruturações entre conceitos mais gerais, intermediários e específicos. Nesse sentido, aprender de modo significativo é adquirir a capacidade de exercitar uma dinâmica que possibilite identificar as diferenças e perceber as semelhanças entre conceitos, princípios, teorias e saberes.

A percepção do *todo*, indispensável às novas construções pelos sujeitos aprendizes, é defendida pela TAS, no que se refere aos conceitos de *reconciliação integrativa* e de *diferenciação progressiva*. Nessa linha de reflexão, propõe-se o desenvolvimento de um modelo não linear de ensino, estruturado em temáticas amplas, aderentes a diferentes contextos e que favoreçam os aprendizes a encontrar relações próprias entre proposições apresentadas e seus conhecimentos anteriores, prévios à instrução e, não raramente, de caráter vivencial amplo. Nesse contexto, uma apresentação sistêmica de dada temática deve, paulatinamente, encontrar suas especificidades e suas *partes*, para, então, retornar ao *todo*, em movimentos teórico-metodológicos constantes e cíclicos. De acordo com Moreira (2010, p. 5),

[...] na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento.

A TAS apresenta os subsunçores como dinâmicos, bem como todos os conceitos/princípios/teorias relativos ao processo de ensino e aprendizagem, podendo estes serem alterados em grau de importância e de hierarquia, conforme a marcha da instrução. Contudo, a caracterização desses elementos é substancial para efetivar o ensino, já que deles depende uma aprendizagem efetivamente significativa.

A associação entre conhecimentos *prévios* e *novos*, como resultado de uma aprendizagem significativa, depende também de fatores como o ambiente de ensino e os métodos avaliativos. Esses últimos se convertem em elementos orientadores na construção de uma processualidade de ensino e aprendizagem, quando são planejados e aplicados, tendo em vista o processo de construção cognitiva do aprendiz, e não como um exercício de rotina ou pontual em dado “dia de prova”.

Optar por atividades colaborativas e formas de avaliação que se desprendam da dicotomia *aprovado/reprovado*, *certo/errado*, *sim/não* também permite que a construção do estudante seja vista como um processo qualitativo e idiossincrático, produzindo relações de significado e organização própria de saberes que perpassam suas vivências, em sentido geral. Dessa forma, as relações qualitativas apontam caminhos para uma aprendizagem com geração de significados diferenciados ao aprendiz.

O desafio do professor de aproximar o ensino de conteúdos às psicologias de aprendizagens, pela elaboração/aplicação de atividades que despertem autonomia e protagonismo na formação do aprendiz, em uma concepção epistemologicamente contemporânea, aplicada à ciência, que é aberta e inacabada, pode ser o princípio por meio do qual se constroem novas diretrizes no ensino, capazes de desenvolver relações entre a aprendizagem e a postura docente. Nesse sentido, favorece-se que o sujeito aprendiz se torne ativo e protagonista, em uma concepção de ensino qualificado e socialmente comprometido, conferindo uma nova perspectiva à sala de aula e ressignificando as funções dos sujeitos nela integrados.

Não menor que as demais apontadas, uma das premissas da TAS substancial ao tratamento didático-pedagógico conferido pelo professor é a predisposição do sujeito em aprender. Esse tópico possui um alto grau de subjetividade, pois depende, fortemente, da vontade do sujeito em aprender determinado conteúdo. Porém, isso não significa que ações externas não possam trabalhar essa intenção de aprender e, de fato, elementos contextuais e vivenciais podem colaborar imensamente com a adesão dos estudantes ao aprendizado. Dessa forma, é necessário propiciar um ambiente de sala de aula adequado ao contexto dos estudantes e se utilizar de estratégias didáticas diversificadas, de modo a atrair a atenção do estudante.

A partir disso, é possível a construção de significado e de pertencimento entre sujeitos e unidades de ensino. Tais relações, tendo em vista estratégias didáticas que propiciam amplas potencialidades de aprendizagem, vinculam-se aos conceitos/princípios do ensino com enfoque na pesquisa, em um cenário de desenvolvimento de uma aprendizagem significativa no âmbito do ensino de ciências.

## Procedimentos de pesquisa como uma metodologia de ensino e aprendizagem para as ciências

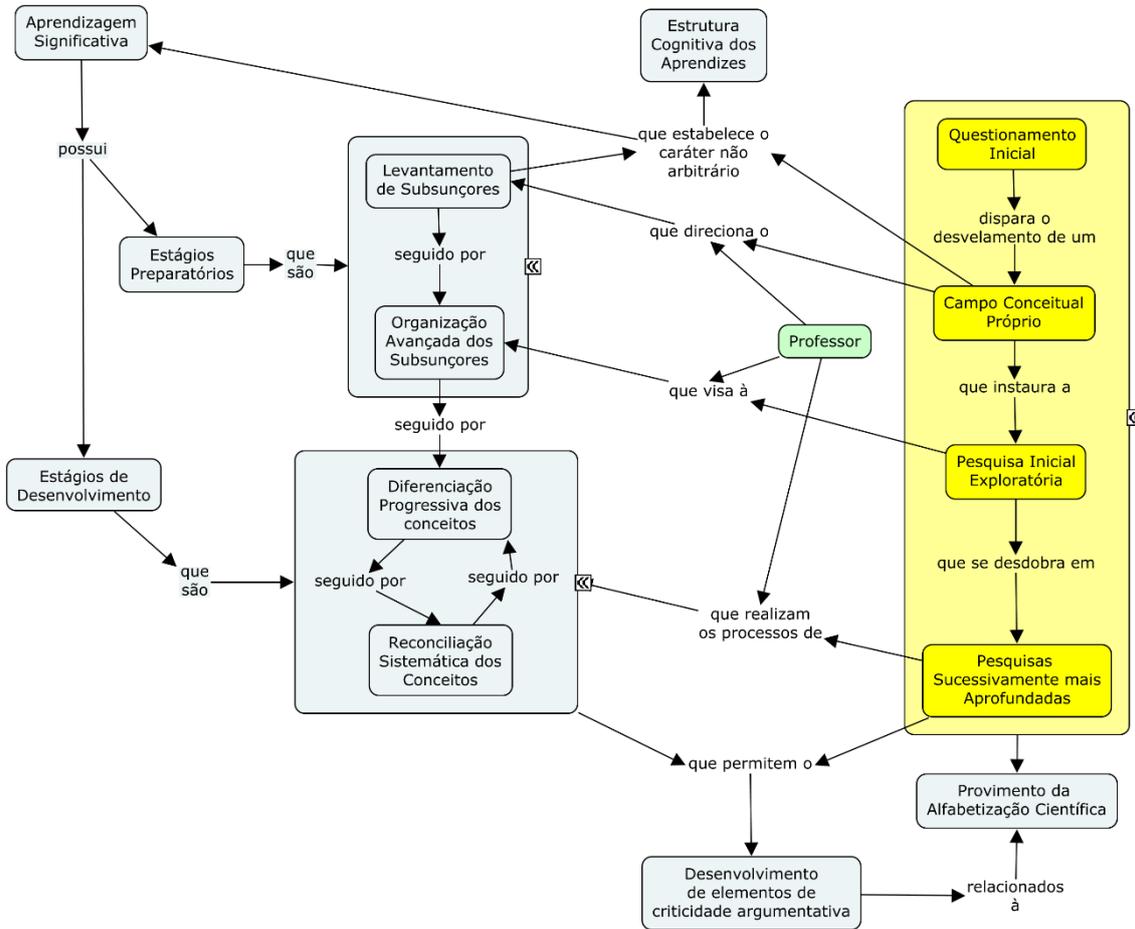
A fim de estabelecer interfaces entre fundamentos e princípios da TAS e do ECP, é essencial refletir acerca das metodologias de ensino aplicadas, rotineiramente, nos ambientes pedagógicos. Isso por entendermos que o processo de ensino, quando fundamentado pela pesquisa, é capaz de fomentar a autonomia dos sujeitos aprendizes, repercutindo em outro fazer, a partir de uma concepção pedagógica alternativa que possa superar a aula convencional.

De modo geral, no ambiente escolar, as aprendizagens se dão a partir de aulas expositivas, que induzem ao acúmulo de informações, passando pela memorização de conteúdos de disciplinas específicas. É relegada sua aplicabilidade em outros contextos e cenários, bem como possíveis relações existentes entre tais informações, na perspectiva de uma relação de significados. Além disso, os estudantes são submetidos a um modelo de regime escolar em que sua postura é de passividade, coibindo sua criatividade, suas particularidades e suas unicidades.

Na especificidade da educação em ciências, considerando a adoção desse modelo didático, não se espera a formação de sujeitos capazes de tomar decisões cientificamente fundamentadas, pois a postura crítica quase nunca é estimulada nesses ambientes. Antunes (2012, p. 21), então, argumenta que “[...] não se aprende sem o confronto entre os saberes e o conjunto de significados que cada um constrói” em seu transcurso cognitivo/existencial característico.

O ensino circunscrito por fundamentos da pesquisa ocorre a partir de uma proposta metodológica apoiada em um *questionamento*, que pode ser aplicado a um grupo de estudantes, em uma atividade de aula de um determinado componente curricular, por exemplo. O questionamento, por sua vez, estabelece um campo conceitual próprio (ainda difuso) que, no contexto teórico da TAS, direciona o levantamento de subsunçores a ele relacionado, de modo a construir o conjunto do conhecimento de maneira não arbitrária, ou seja, significativa (Cf. Figura 2).

**Figura 2.** Esquema geral do amálgama TAS-ECP segundo seus momentos definidores e suas consequências pedagógicas



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Esse questionamento não traz uma resposta óbvia e categórica, mas envolve desafios que exigirão levar essa dúvida à luz da interpretação pessoal e empírica dos estudantes. É esse elemento de personalidade que irá pôr em contato os diferentes subsunçores dos diversos estudantes. Contato este que irá, a partir dos processos dialógicos precípuos desse contexto investigativo, permitir que tais subsunçores comecem a ser expostos e organizados (Figura 2). Concomitante a isso, há a necessidade de se proceder à consulta de referenciais teóricos que passam por novos desafios cognitivos e pela (re)construção de conhecimentos existentes (Demo, 2000). Além disso, tais elementos cognitivos devem ser contrapostos às existencialidades envolvidas, que incorporam a dimensão propriamente ética das questões, fechando o processo preparatório proposto pela TAS de levantamento e organização dos subsunçores (Silva Filho & Ferreira, 2022), trazendo, ademais, o enriquecimento óbvio do concurso das questões éticas já mencionadas.

A partir do questionamento e da problematização, é desencadeado um processo de pesquisa, que se encerra, muitas vezes, devido ao prazo determinado pelo professor para conclusão da tarefa. Na busca por uma solução, subsunçores previamente estabelecidos

são utilizados na estrutura cognitiva do sujeito, com base em experiências empíricas e/ou vivências relacionadas ao tema em análise. Ao socializar essas novas constatações, para que a comunidade crítica possa avaliar o conhecimento em pauta emergente da pesquisa, é necessário que sejam apresentados novos argumentos e propostas para validar eventuais pontos que essa comunidade contesta. Esse processo envolve variadas atividades, como a capacidade de diálogo, de escrita e de leitura, por exemplo.

A análise crítica e a argumentação fundamentada se configuram como dois balizadores da construção do conhecimento emergente de um questionamento inicial, que colocam em movimento os estágios de desenvolvimento da proposta da TAS, relacionados à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora dos conceitos envolvidos (Figura 2). Ao mesmo tempo, ambos os aspectos trazem a perspectiva da sala de aula como um ambiente formador de sujeitos participativos e interventores, capazes de argumentar com ética, no âmbito de uma perspectiva construtiva, desempenhando o exercício da cidadania, desde a escola. Assim, nesse contexto, a aula é transformada em espaços nos quais a pesquisa se converte em exercício de princípio educativo.

Além de organizar atividades e orientar a condução do processo, o professor também assume o papel de integrante dessa pesquisa e, com isso, se aproxima do estudante, rompendo o modelo por meio do qual exerce funções de protagonismo e de detentor de saberes (Figura 2). Isso ocorre, particularmente, no contexto em que vivências concorrem para o estabelecimento de resultados, passando a influenciar, inclusive, o posicionamento do professor frente ao problema por ele mesmo sugerido. Desse modo, os sujeitos envolvidos passam de objetos para atores, em um formato de trabalho cooperativo e participativo (Demo, 1997; 2000).

Diretrizes que fundamentam e caracterizam a pesquisa como uma proposta de ensino favorecem noções individuais de pertencimento social. O pertencimento social, como o próprio termo sugere, é um fator que intermedeia as relações humanas, o qual deve ser considerado nos meios educacionais (Novak, 1997).

O processo do ensino é potencialmente favorecido por elementos teórico-metodológicos próprios ou relativos à pesquisa, como concepções e procedimentos, tendo em vista seu objetivo concludente: a aprendizagem. Ainda, configura-se como uma estratégia didático-pedagógica que permite o início da construção do conhecimento protagonizada pelo estudante, individualmente ou em grupos de trabalho, reverberando na esfera da classe, em que ideias são debatidas de modo criterioso, sob a orientação do professor (Figura 2). Segundo Alarcão (2003), a sala de aula tornou-se um espaço de busca e de desenvolvimento do conhecimento; no entanto, não é corriqueiro, nem para os professores nem para os estudantes, (re)pensar e agir dessa maneira.

Por meio da pesquisa, o estudante é levado a exercícios de organização de conceitos/princípios, na busca por respostas e soluções (intermediárias ou finais — Figura 2), as quais envolvem dados e informações, que deverão ser, significativamente, compreendidos em prol do desenvolvimento de resultados satisfatórios. Esses resultados são concebidos e percebidos pelo próprio estudante, sob a orientação do professor, em um processo de

desenvolvimento psicológico de saberes. Recomenda-se sua materialização na forma da escrita, promovendo a transformação do conhecimento em argumento teórico. A partir disso, é feita a abordagem oral, mediante a defesa de ideias, a uma comunidade que avalia, questiona, contrapõe e sugere alterações, com base em percepções decorrentes da produção dos estudantes e de suas vivências particulares (Demo, 2000) — processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, guiados pelo professor (Figura 2).

Como a defesa dos resultados de uma pesquisa ocorre, reiteradamente, por meio da argumentação verbal, a oralidade também é um fator relevante na formação pedagógica, já que, a partir de seu exercício, o sujeito articula e argumenta com base em seus próprios ensaios cognitivos. Nas particularidades do conhecimento científico, repercute-se o próprio caminho que a ciência percorre, tendo em vista a validação de teorias e teses com base nas discussões e na constante afirmação a qual é submetida em seus métodos e regramentos próprios (Cachapuz et al., 2004).

Assim, como a TAS não está centrada na verificação de aprendizagens aderentes à memorização e ao acúmulo de dados, a avaliação é fomentada pela capacidade do sujeito de buscar soluções, de organizar ideias e de sustentar argumentos construídos pela pesquisa acerca de determinado tema. Desse modo, a avaliação se torna contínua e integrante de um processo global e sistêmico de ensino e aprendizagem, em que o estudante não é submetido a uma análise a respeito do *quanto* ele sabe. Esse elemento implica um ponto extra de contato entre os dois suportes teóricos considerados, pois a avaliação de aprendizagens significativas impõe a articulação de conceitos em contextos diversos daqueles em que foram aprendidos (Ausubel, 2003; Silva Filho & Ferreira, 2018; Ferreira et al., 2020; Ferreira et al., 2021; Silva Filho & Ferreira, 2022).

Em síntese, a pesquisa e sua validação devem ser concebidas como processos paulatinos de avanço de saberes, nos quais não há resposta final previamente aguardada e/ou pretendida. O tema pesquisado envolve saberes inesgotáveis, bem como abordagens e interpretações múltiplas, cuja materialidade teórica depende do quão profundo e significativo consistiu o questionamento inicial que o desencadeou. Conforme argumenta Gaio (2008, p. 103), tomando, mais uma vez, a educação em ciências como exemplificação,

[...] ensinar não é submeter o aluno a um conhecimento pronto, mas prover meios pelos quais, com liberdade e determinação, ele possa construir novos saberes, ampliar significados, na medida de seus interesses e capacidade. Envolve necessariamente libertar o aluno do que o impede de fazer o seu próprio caminho, pelas trilhas do conhecimento e de valorizar todo o seu esforço para aprender.

Pela rotina pedagógica da pesquisa, é possível, ao professor, perceber a construção de saberes, em dados momentos, individualmente. Observa-se, contudo, que a formação e a articulação de argumentos teóricos de qualidade são graduais e constantes, e que dependem de um exercício de construção cognitiva dedicado, tal qual ocorre ao conhecimento científico, nas bases epistemológicas contemporâneas que o configuram. Tendo em vista a promoção de um ensino considerado predicamentado e amparado por

teorias e metodologias capazes de estabelecer uma nova postura junto a educadores e educandos, a possibilidade de fazer uso do processo de ensino pela pesquisa, tendo em vista suas condições de favorecimento de aprendizagens significativas, repercute em um novo paradigma de processos de ensino e aprendizagem. Essa concepção pedagógica, certamente, configura-se como uma metodologia de ensino não convencional, isto é, não corriqueira nos cenários do ensino formal brasileiro, a qual se ampara na autonomia, na criatividade e na participação coletiva como fundamentos didático-pedagógicos balizadores do processo do ensino.

À guisa disso, a estratégia de *vida de sala de aula* consubstanciada no ensino com enfoque na pesquisa, como proposta que incorpora elementos vivenciais gerais, é capaz de qualificar uma construção político-social por meio da qual os estudantes são capacitados e instigados a buscar soluções que dependem de conhecimento e criatividade, desenvolvendo um perfil participativo e questionador (Sacristán & Gómez, 1998). A partir dessas reflexões, contextualizam-se múltiplas interfaces entre fundamentos da TAS e do ECP, com ampla potencialidade de qualificação dos processos de ensino e aprendizagem.

Desse modo, é a partir do amálgama proposto pela Figura 2, em que a TAS e a ECP se relacionam explicitamente, através de seus momentos, que iremos analisar as propostas de amálgamas destes referenciais teóricos já apresentadas na literatura.

## Procedimentos metodológicos

Para a apropriação teórica das temáticas que estruturam este artigo, realizou-se uma *análise de artigos* a título de *revisão narrativa* de três edições (2013, 2015 e 2017) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), cujos dados relativos a eventos e repositórios de trabalhos publicados a partir destes estão disponíveis em sua página eletrônica<sup>1</sup>. Esses eventos, segundo Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2007), têm se tornado ambientes privilegiados de promoção e disseminação multidisciplinar do conhecimento acadêmico produzido no âmbito da pesquisa em educação em ciências no Brasil.

O ENPEC é bienal e promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e, desde sua primeira edição, em 1997, vem consolidando as pesquisas na área no Brasil, tendo em vista, entre outros fatores, o expressivo número de trabalhos publicados e apresentados a cada edição, além do notório engajamento da respectiva comunidade acadêmica.

A revisão narrativa (ou tradicional), empregada na construção deste artigo, não utiliza critérios explícitos, protocolares e sistemáticos para a análise crítica da literatura, pois se ambienta em uma etapa de pesquisa anterior, em que as próprias evidências em determinado campo científico estão em construção ou ressignificação. Ademais, ela não tem a pretensão de esgotar as informações e não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas.

<sup>1</sup> Disponível em: <http://abrapecnet.org.br>

Adequada para a fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de curso, a revisão narrativa (ou tradicional) da literatura, quando comparada à revisão sistemática, sistematiza uma temática de modo amplo e iminentemente diverso. Além disso, dificilmente parte de uma questão muito definida ou delimitada, não exigindo, então, um protocolo rígido para sua confecção. Cabe dizer ainda que, no âmbito dessa escolha metodológica, a busca das fontes não é predeterminada ou especificada, sendo, por consequência e com frequência, menos abrangente. Ou seja, a seleção dos artigos é arbitrária, com grande interferência da percepção subjetiva do pesquisador, buscando recorrências temáticas, imersão em produções científicas anteriores e o estabelecimento de parâmetros iniciais para análises pormenorizadas e sistemáticas de determinado estado da arte da literatura (Cordeiro et al., 2007; Elias et al., 2012; Vosgerau & Romanowski, 2014).

O principal propósito desta seção, à guisa de uma revisão narrativa de literatura, é explicitar os procedimentos metodológicos aplicados na seleção das produções bibliográficas relacionadas à TAS e ao ECP, tendo como premissa o ensino concebido e promovido por fundamentos da pesquisa, consideradas as edições de 2013, 2015 e 2017 do ENPEC. Com isso, entende-se que as tendências teórico-metodológicas identificadas poderão contribuir com propostas deste estudo, que é de natureza qualitativa (Lüdke & André, 1986).

Ao longo do segundo semestre de 2019, foram realizadas buscas considerando os descritores *Aprendizagem Significativa* e *Ensino de Ciências* (viés da/pela pesquisa), seguidas pela filtragem dos artigos que articulavam ambos os descritores, identificados em seus *títulos* e/ou em suas *palavras-chaves*, bem como por meio da leitura desses documentos. Com base nos fundamentos da metodologia de análise de informações qualitativas denominada *Análise Textual Discursiva* (ATD), desenvolvida por Moraes e Galiazzi (2007), foi proposto sistematizar os textos por categorias, duas do tipo *a priori* (autores de referência e metodologia(s) empregada(s)) e outras do tipo *emergentes*. Justifica-se as duas primeiras com relação aos interesses particulares desta pesquisa, relativos ao uso de argumentos genuinamente emergentes da TAS e a demarcação dos textos cujas metodologias empregadas aproximam-se daquelas tomadas como procedimentos de pesquisa. Em seguida, foi realizada a elaboração de *metatextos*, os quais, segundo Moraes (2003, p. 202),

[...] são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados. A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência do pesquisador assumir-se como autor de seus argumentos.

Desse conjunto, são apresentados os dados técnicos que estruturaram as três edições do evento considerado, visando à construção de um panorama que se contraponha aos artigos identificados para menção e análise, tendo em vista os pressupostos da ATD.

## Resultados e discussões

Na primeira etapa, foram elencados os aspectos quantitativos publicizados pelo referido evento, nas três edições consideradas.

Ao IX ENPEC, realizado em 2013, foram submetidos 1.526 trabalhos completos, distribuídos em 19 grupos de avaliação e organizados, tematicamente, em 15 linhas teóricas. Foram mobilizados 39 coordenadores e mais de 400 assessores ao longo do processo de avaliação. Assim, cada trabalho foi avaliado por, no mínimo, dois assessores, que responderam a um instrumento de avaliação composto por dez itens, tendo sido atribuído, a cada trabalho, os seguintes *status*: “recusado”; “aceito com mais de quatro ressalvas”; “aceito com até quatro ressalvas”; ou “aceito sem ressalvas”. Desse montante, 466 artigos foram recusados. Já ao X ENPEC, realizado em 2015, foram submetidos 1.768 trabalhos completos, dos quais 496 foram recusados. Sendo assim, 1.272 artigos foram aceitos e publicados em seus anais. Por fim, ao XI ENPEC, ocorrido em 2017, foram submetidos 1.840 trabalhos completos, dos quais foram aprovados e publicados, em seus anais, 1.335 textos.

É importante destacar que as 15 linhas temáticas de classificação foram mantidas, tanto em 2015 como em 2017. A Tabela 1, a seguir, agrupa algumas dessas informações.

**Tabela 1.** Total de artigos publicados no ENPEC (2013, 2015 e 2017)

Ano/edição	Evento	Total de artigos publicados/% aceitação
2013 / IX	ENPEC	1.060 / 69,46%
2015 / X		1.272 / 71,94%
2017 / XI		1.335 / 72,55%
Total		3.667

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

A partir dessas informações, buscou-se, nos títulos e nas palavras-chaves dos textos, pelos descritores *Aprendizagem Significativa* e *Ensino de Ciências* (viés da/pela pesquisa), e seguiu-se pela articulação entre ambos. Os dados encontrados com base nesses critérios/regramentos são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Artigos publicados no ENPEC (2013, 2015 e 2017), por descritores

Descritores	2013	2015	2017
Aprendizagem Significativa	14	15	16
Ensino de Ciências (viés da/pela pesquisa)	49	65	34
Articulação entre ambos os descritores	5	7	9
Total	21		

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Então, a partir disso, 21 artigos relacionados às temáticas de interesse foram identificados, os quais estão listados no Apêndice, codificados para facilitar a descrição de informações e análises posteriores. Nele, estão contidos o título e os dados de autoria de cada referência.

Com base na apropriação teórica do conteúdo desses artigos, cinco categorias foram estabelecidas para classificação, análise e discussão, duas prévias à leitura, do tipo *à priori* — (i) *Autores de referência com relação à Teoria da Aprendizagem Significativa* e (ii) *Abordagem(ns) metodológica(s)* —, e três do tipo *emergentes*, pós-leitura — (iii) *Alfabetização científica e suas potenciais contribuições à educação em ciências*, (iv) *O estudante como sujeito ativo/participativo no seu aprendizado* e (v) *Uso de tecnologias digitais como estratégia de qualificação ao ensino de Ciências*.

Tendo em vista pressupostos da ATD associados aos objetivos deste trabalho, trataremos, a seguir, dos *metatextos* produzidos para tratamento teórico-argumentativo de cada uma dessas categorias.

### **(i) autores de referência com relação à Teoria da Aprendizagem Significativa**

Os artigos analisados que explicitam, em sua fundamentação teórica, os autores Ausubel, Novak e/ou Gowin, considerados como *referência primária* no âmbito da TAS, são mostrados na Figura 3, a seguir, acrescidos dos conceitos/princípios defendidos com maior profundidade em cada artigo. Dos 21 deles considerados, em 14 foi encontrada essa proposição analítica, o que sugere uma intenção de seus autores em utilizar fontes originais ao tratar de argumentações próprias à TAS.

**Figura 3.** Identificação dos conceitos/princípios centrais explicitados pelos autores Ausubel, Novak e/ou Gowin nos artigos da amostra

Codificação	Conceitos/princípios centrais
A1	- estratégias de ensino de interesse do aprendiz
A2	- mapas conceituais
A4	- estratégias de ensino motivadoras
A7	- recursos didáticos
A8	- relações cotidianas
A11	- transmissão e construção de conhecimento
A14	- conhecimento prévio do aprendiz
A15	- argumentações
A16	- abstração conceitual
A17	- significados conotativos e denotativos do conhecimento
A18	- predisposição em aprender
A19	- aprendizagens mecânica e significativa
A20	- compreensão efetiva
A21	- representação e transposição de saberes

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

É possível notar que os artigos A11, A14, A17, A19, A20 e A21 trazem argumentos que defendem uma aprendizagem significativa por meio das relações que o aprendiz estabelece entre novas informações e seus conhecimentos prévios. Uma aprendizagem significativa permite transpor saberes para outros contextos, já que se refere a uma compreensão efetiva, com alterações na estrutura cognitiva de quem aprende. Assim, o objetivo é “[...] dar sentido ao estabelecer relações entre os novos conceitos ou à nova informação com os conceitos e conhecimentos mais relevantes já existentes, os subsunçores, na estrutura cognitiva do aprendiz” (Vinholi Junior & Gobara, 2017, p. 2).

Nos artigos A7, A8 e A15, verifica-se a importância atribuída ao contexto dos sujeitos em seu processo de aprendizagem. Desse modo, quando as informações se relacionam com a realidade cotidiana, são possíveis múltiplas compreensões, pois estas são particularmente dependentes do conhecimento prévio de quem aprende, o qual é psicologicamente estruturado a partir das vivências do sujeito. E, com relação à atividade de ensino, conforme propõe o artigo A7, os recursos didáticos podem favorecer múltiplas aprendizagens quando consideram os contextos nos quais os sujeitos estão inseridos. Em última instância, as argumentações que levem os estudantes a buscar, em seu próprio meio, subsídios teóricos para o estabelecimento de novas relações, permitem ampliar as possibilidades formativas para aquisição/produção de novos conhecimentos.

[...] aquilo que o estudante sabe depende da sua realidade e muitas são as situações no contexto de ensino em que os discentes não se apropriam dos conceitos, pelo fato de não estarem relacionados à sua vivência ou ainda por desconhecerem a relevância desse conhecimento para a sua vida. (Nascimento et al., 2015, p. 6).

No tocante à predisposição do sujeito em aprender, condição imperativa para uma aprendizagem com significado, e considerando os pressupostos da TAS, há, nos artigos A1, A4 e A18, referências explícitas à dependência de tal mobilização à aprendizagem. No artigo A1, Tironi et al. (2013), por exemplo, discorrem acerca da utilização de estratégias de ensino capazes de despertar o interesse dos aprendizes para o conteúdo, defendendo que a aprendizagem depende dessa condução do próprio sujeito. Na mesma linha teórica, no artigo A18, há uma menção da predisposição do sujeito em aprender. Segundo os autores, trata-se da “[...] ação cognitiva feita pelo sujeito no processo de aprendizagem exercida, onde os novos conhecimentos interagem com conhecimentos prévios adequados da estrutura cognitiva do mesmo” (Guzzi Filho et al., 2017, p. 5).

Cabe dizer, ainda, que o processo da pesquisa, como recurso metodológico, é capaz de favorecer a identificação de interações entre os objetos de aprendizagens e os elementos cotidianos. Além disso, reforça a predisposição motivacional do sujeito em aprender (Ausubel et al., 1980), tendo em vista o desenvolvimento de noções tanto de pertencimento social como de sentido concreto a tais objetos de conhecimento — lembrando que as categorias emergentes, aqui apresentadas, são dependentes de tais associações.

## (ii) abordagens metodológicas

Dentre aqueles que explicitam e caracterizam suas abordagens metodológicas, as principais estratégias de pesquisa empregadas, relatadas nos artigos analisados, foram: *qualitativa*, *quantitativa*, *pesquisa-ação* e *pesquisa exploratória*, isoladas ou associadas/combinadas. A Figura 4, a seguir, apresenta os artigos em que essas abordagens foram mencionadas.

**Figura 2.** *Abordagens metodológicas e respectivos artigos*

Abordagem metodológica	Artigos
Qualitativa	A1; A2; A3; A5; A6; A13; A16; A19
Quantitativa	A3; A5; A16
Descritiva	A6
Pesquisa-ação	A13
Pesquisa exploratória	A19

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Isso indica uma tendência no âmbito dos artigos selecionados para análise: o uso de abordagens qualitativas, de cunho descritivo e analítico, as quais se centralizam nos argumentos gerados e em sua diversidade, em detrimento a números, padrões, frequências e/ou especificações. Segundo Goldenberg (2004, p. 53), “[...] os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos”.

É importante dizer que a maioria dos artigos contemplados nesta pesquisa não definem sua abordagem metodológica, mas mencionam ações ou instrumentos capazes de produzir dados para análise posterior, mesmo que *subjetivamente*, tais como: jogos pedagógicos, gravação em áudio da aula, questionários, entrevistas e videogravações, representações gráficas, etapas da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), seminários, mapas conceituais, observação direta, debates, plataforma virtual, sondagem virtual, fórum, pré-teste e pós-teste, fotografias, registro escrito e anotações/portfólios, minicursos, discussão de artigos, resolução de problemas, sequências didáticas e atividades experimentais.

Em contraponto aos resultados levantados, é fundamental uma criteriosa caracterização metodológica da pesquisa, formatada por sua natureza e pelas subações nela imbricadas. No entanto, um terço dos artigos selecionados para análise neste estudo são carentes de tais descrições. Isso é inquietante, uma vez que seus resultados consistem em transformações diretas de dados em informações que deveriam, em tese, tomar como base procedimentos metodológicos que, posteriormente, pudessem ser transpostos para outros cenários e contextos, mesmo aceitando-se que a pesquisa qualitativa não apresenta como objetivo central a generalização de resultados. Contudo, ao não explicitar os procedimentos metodológicos empregados nos contextos da pesquisa, em tese, essa transposição é dificultada.

### **(iii) alfabetização científica e suas potenciais contribuições ao ensino de ciências**

Após a leitura atenta dos artigos, encontrou-se neles uma preocupação recorrente e compartilhada entre seus autores quanto à temática da alfabetização científica, particularmente voltada aos estudantes, tendo sido relatado que eles se apropriam de recursos midiáticos com facilidade e, ao utilizarem procedimentos de pesquisas teóricas durante as aulas, a partir da indicação de fontes de consulta confiáveis e de métodos heurísticos adequados, são capacitados a encontrar, organizar e articular informações de modo coerente. Contudo, os autores apontam que o ensino de ciências tem algumas especificidades no uso da linguagem escrita, com características próprias, demandando fundamentos da alfabetização científica para uma coerente apropriação e transposição para outros contextos.

Dentre os 21 artigos analisados, observou-se em sete deles (A5, A6, A9, A16, A17, A18 e A19) uma intenção dos autores na utilização de pressupostos da alfabetização científica, considerando que interfaces entre objetos de conhecimento próprios do ensino formal das Ciências e aspectos cotidianos tendem a favorecer a aprendizagem significativa de princípios científicos. Nesse sentido, no artigo A5, por exemplo, tem-se que a

[...] melhoria da qualidade de vida estaria ligada não apenas à facilidade de leitura do mundo, mas também e incondicionalmente ao entendimento das necessidades de transformá-lo de forma organizada, consciente, sustentável em prol das melhorias das condições de vida. (Souza & Bastos, 2013, p. 2).

No artigo A6, no entanto, os autores comentam acerca do imperativo de hiatos entre a transição e o amadurecimento da percepção de tais necessidades de transformação dos aspectos sociais dependentes dos saberes próprios das Ciências, concernente à ocorrência de uma transformação cognitiva do estudante, visto que

[...] a formação do conhecimento científico, vislumbrando que conteúdo (o que aprendemos) e a natureza da aprendizagem (como aprendemos) são inseparáveis, dessa forma os conflitos cognitivos e a perplexidade diante do novo (desconhecido) são estímulos para a aprendizagem. (Barata et al., 2015, p. 3).

Com relação ao pressuposto de que a Ciência tratada em sala de aula impacta a realidade do estudante, no artigo A19, Ferreira et al. (2017, p. 3) apontam o exercício do conhecimento científico como um fator de emancipação social, do qual cidadãos criticamente atuantes dependeriam: “[...] também no sentido de instigar os estudantes a confrontar o conhecimento científico, causando nestes conflitos cognitivos, contribuindo para a formação de futuros pensadores e construtores de conhecimento”.

No artigo A18, Guzzi Filho et al. (2017, p. 7), ao fazerem uso de termos próprios da TAS, observam que, no desenvolvimento paulatino de uma alfabetização científica, o estudante é capaz de utilizar seu conhecimento prévio na resolução de problemas

emergentes ou aderentes de/a situações cotidianas, pois o “[...] conhecimento científico [...] pode levá-lo para a generalização da situação para outras problemáticas semelhantes, realizando assim a reconciliação integrativa”. Com isso, relações entre o *científico* e o *cotidiano* constituem elementos de favorecimento de aprendizagens em Ciências, pois propiciam associações (ou as promovem) entre o conhecimento prévio e novas informações, tendo como premissa argumentos da TAS.

#### **(iv) o estudante como sujeito ativo/participativo no seu aprendizado**

Em outros tempos, ao se refletir a respeito do processo de aprendizagem, considerava-se que tal evento se desenvolvia, ou se potencializava, na ação de acumular informações apresentadas pelo professor, que deveriam ser mecanicamente memorizadas pelos estudantes. Atualmente, ao se recorrer a pesquisas que trazem maior ênfase às teorias de aprendizagem do que as metodologias de ensino, observa-se que seus resultados apontam para outro paradigma, evidenciando a aprendizagem de objetos de conhecimento como processo descritivo e propósito concludente dos procedimentos de ensino.

Corroborando as ideias de Morin (cf. Souza & Dourado, 2015, p. 6), no decorrer dos anos, houve uma mudança no foco dos processos de ensino e aprendizagem, deslocando o estudante de uma posição passiva de compreensões, como é próprio do modelo de aula por narrativas centradas no professor, para outra, mais crítica e ativa.

Nos artigos A3, A4, A5, A8, A13 e A15, há uma abordagem acerca do uso de estratégias, no âmbito da prática docente, capazes de levar o estudante a uma posição de destaque nos processos de ensino e aprendizagem. Ao refletir acerca dessa concepção pedagógica e de sua repercussão na didática, isto é, nas ações de planejamento e de intervenção do professor no ensino de ciências, no artigo A13, por exemplo, tem-se que “[...] colocando o estudante no centro do processo educacional, acabamos por repensar o ensino e conseqüentemente a postura docente em relação a Educação Científica” (Santos & Galembeck, 2017, p. 2). Nessa mesma direção, no artigo A8, Freitas e Oliveira (2015, p. 4) defendem que os processos de ensino e aprendizagem se desenrolem “[...] em favor de um ensino centrado no estudante”. No artigo A15, Santos e Rodrigues (2017, p. 3) complementam esse argumento, afirmando que “[...] o estudante deve ser ativo”, tendo em vista as metodologias de ensino utilizadas pelo professor.

Contudo, no artigo A5, Souza e Bastos (2013, p. 122) advertem que o privilégio da aprendizagem sobre o ensino, a partir de um viés psicológico circunscrito à ação de aprender, “[...] só é possível quando o estudante é posto diante de uma situação que ele conheça, que lhe seja familiar, em que ele se perceba como membro integrante e participativo”. Desse modo, devem ser privilegiadas estratégias que ofereçam um espaço-tempo ao estudante, isto é, lugares e momentos nos quais poderão mobilizar saberes e fazeres ao seu próprio modo, e que favoreçam a reflexão/problematização de objetos de conhecimento tangentes às Ciências. A *pedagogia da pesquisa*, tratada neste trabalho, e o uso de tecnologias digitais consistem em profícuas exemplificações circunscritas a essa argumentação, otimizadas quando articuladas entre si, escopo do *metatexto* subsequente.

## **(v) uso de tecnologias digitais como estratégia de qualificação ao ensino de ciências**

A fim de contribuir com um processo didático que promova a participação do estudante e que encoraje seu posicionamento para além de um espectador de narrativas docentes, a literatura específica recomenda o uso de estratégias que proporcionem a reflexão durante o desempenho de atividades práticas. E, nesse aspecto, o uso das tecnologias digitais da informação e da comunicação repercute em alternativas com importante potencial. Dos 21 artigos analisados, observou-se ao menos uma menção à interação ensino-aprendizagem-tecnologia em A4, A6, A10, A11, A12 e A18.

No artigo A10, por exemplo, o conceito de tecnologia é remetido ao uso de recursos da informática, o que “[...] torna-se então um meio potencial para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa com suas múltiplas possibilidades e liberdade de manuseio pelo estudante para a aquisição do conhecimento de maneira significativa” (Amazonas, Sacramenta, Lyra, 2015, p. 4). No artigo A11, Dias e Frenedo (2015, p. 2) se reportam, especificamente, à utilização do computador, quando destacam que “[...] seu uso é mais diversificado e, por consequência, mais desafiador, sendo utilizado também para enriquecer os ambientes de aprendizagem, colaborando para a efetividade do processo de construção do conhecimento”.

Ainda nesse contexto, tratando da necessidade premente de desenvolvimento de interesse (noção de pertencimento) pelo ambiente escolar, os autores do artigo A12 sugerem que “[...] uma forma de contribuir para o ensino de um modo mais interessante, ilustrativo e prazeroso para os estudantes, é através de atividades com *tablets* como ferramenta de ensino, e verificar se essas podem favorecer no interesse do estudante pelo estudo” (Almeida et al., 2015, p. 2). No artigo A18, desafia-se o professor a “[...] fazer uso de vários recursos como imagens, simulações etc.” (Guzzi Filho et al., 2017, p. 6), e não apenas do computador ou do *tablet* como únicas ferramentas digitais.

Deve-se considerar, contudo, que é ingênua a percepção de que a inserção das tecnologias no ensino solucionará os problemas educacionais de modo amplo e definitivo. Os autores do artigo A11, por exemplo, explicam que “[...] o uso das tecnologias contribui para o processo de ensino e aprendizagem, mas somente o seu uso não garante o efetivo aprendizado. Independentemente do tipo de tecnologia, o que se pretende é que o estudante consiga aprender” (Dias & Frenedo, 2015, p. 2). Para tanto, é oportuno que o professor possibilite interações entre saberes prévios e novos, utilizando as tecnologias digitais como estratégia capaz de contribuir com sua proposta e seu exercício de ensinar, mas consciente de que tal uso não garante aprendizagens sem que isso se dê a partir de rigor aos fundamentos, propósitos e meios da prática didática. É precisamente nesse âmbito que ganham centralidade estratégias didático-pedagógicas abertas, isto é, capazes de promover envolvimento, participação e colaboração a partir de distintas possibilidades de integração entre pares e da manipulação não regimentada de objetos de conhecimento, apropriando-se delas em seus fundamentos e operacionalidades.

## Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo apresentar elementos relacionados a um amálgama entre a TAS e o ECP, considerando a manutenção da coerência e da consistência de ambas as abordagens.

A aproximação entre duas estruturas teóricas, geralmente, é feita a partir de um conjunto limitado de conceitos, tendo por foco alguma problemática particular. Como não é possível categorizar as inúmeras (eventualmente infinitas) formas de realizar essa aproximação, adotamos, como estratégia metodológica, a análise de trabalhos apresentados em três edições (2013, 2015 e 2017) do ENPEC que tiveram como foco, exatamente, o amálgama entre a TAS e o ECP. Ademais, fizemos uso da revisão narrativa (ou tradicional), a qual não abrange critérios explícitos e sistemáticos para a análise crítica da literatura. Como, aqui, não houve uma busca de fontes predeterminada e específica, essa metodologia mostrou-se mais adequada para a seleção dos artigos investigados.

Assim, este trabalho buscou identificar e analisar produções bibliográficas que abordam e se amparam nas interfaces entre a TAS e o ECP, visando compreender como são tratados os processos de ensino e aprendizagem no viés de tal aproximação, além de catalogar contribuições acerca do volume, das ênfases e da versatilidade dos trabalhos acadêmicos do ENPEC, nas edições investigadas, que identificam os critérios pelos quais a referida aproximação teórica foi concretamente realizada. A escolha dos dados para a análise considerou o evento propício devido a ele ser um ambiente privilegiado para a promoção e disseminação multidisciplinar do conhecimento produzido na pesquisa em ensino de ciências.

Ao final, concluímos que os conteúdos abordados pelos trabalhos selecionados podem ser divididos em três categorias que, justamente, são utilizadas para a referida aproximação.

Quanto à (i) alfabetização científica e suas contribuições para o ensino, houve ênfase para os estudantes, os quais, embora se apropriem de recursos midiáticos com facilidade e demonstrem capacidade de uso, em muitos casos faltam-lhes fundamentos do conhecimento especializado que o ensino de natureza científica requer. Quanto ao (ii) estudante como sujeito ativo em seu aprendizado, percebe-se que isso é possível com o uso de metodologias de ensino que ambientem espaçotempos privilegiados para a reflexão e problematização de saberes e fazeres. Quanto ao (iii) uso de tecnologias digitais como estratégia de promoção do ensino de ciências, esse argumento é amplamente indicado pelos autores, mas eles alertam que esse recurso não deve ser encarado como “panaceia educacional”. Há um papel diretivo do professor na articulação de tecnologias educacionais, e isso deve se dar a partir de fundamentos, propósitos e articulações estratégicas, visando à promoção de uma ambiência didática de participação, cooperação e pesquisa.

É importante destacar que este trabalho, como revisão narrativa de literatura a que se propôs, não teve a pretensão de esgotar a investigação dos temas que compõem o ENPEC, restringindo seu interesse às produções situadas na interface entre a TAS

e o ECP. Não foi uma revisão longitudinal, retomando todas as edições do referido evento, mas centrada em três delas, a título de recorte (considerado significativamente representativo). Além disso, a análise proposta por este trabalho não foi voltada a todos os artigos dessas três edições, mas aos que atendiam aos critérios do tema de interesse. Frente a essas limitações inerentes ao enquadramento proposto, estudos complementares podem ser conduzidos, por exemplo, buscando-se investigar outros desdobramentos da referida interface.

É desse conjunto de achados que parece emergir a principal interface entre a TAS e o ECP: fundamentação em referências estruturantes do campo cognitivo; investigação a partir de múltiplas perspectivas metodológicas; relevância da alfabetização científica para uma didática com produtividade em pesquisa; necessidade da construção de condições de emergência de estudantes ativos e colaborativos; e, por fim, premência da crítica acerca da aplicação de tecnologias educacionais em contexto de ensino de ciências a partir da pesquisa.

## Referências

- Alarcão, I. (2003). *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. Cortez.
- Almeida, C. M. M., Costa, R. D. A., Nascimento, J. M. M., & Lopes, P. T. C. (24–27 de Novembro, 2015). *Sistema circulatório no 8º ano do ensino fundamental - séries finais: utilizando tablets como ferramenta de estudo*. X Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.
- Amazonas, M. A. S., Sacramento, H., & Lyra, S. (24–27 de Novembro, 2015) *Análise do ciclo do planeta Vênus utilizando o software WinStars no ensino de astronomia*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.
- Antunes, C. (2012). *Professores e professoautos*. Vozes.
- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Plátano.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Interamericana.
- Barata, R. C., Malheiro, J. M. S., Silva, A. A. B., & Lameira, A. P. G. (24–27 de Novembro, 2015). *Aspectos da aprendizagem significativa considerados pelos professores de ciências participantes de um curso de férias em Bragança (PA)*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.
- Cabrera, J., & Silva Filho, O. L. (2007). *Inferências lexicais e interpretação de redes de predicados*. Editora UnB.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10(3), 363–381. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300005>

Cordeiro, A. M., Oliveira, G. M., Rentería, J. M., & Guimarães, C. A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34(6), 428–431. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>

Delizoicov, D., Slongo, I. I. P., & Lorenzetti, L. (26 de Novembro–02 de Dezembro, 2007). *ENPEC: 10 anos de disseminação da pesquisa em educação em Ciências*. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.

Demo, P. (1997). *Pesquisa e construção do conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. Tempo Brasileiro.

Demo, P. (2000). *Educar pela pesquisa*. Autores Associados.

Dias, A. P., & Frenedo, R. C. (24–27 de Novembro, 2015) *O uso da ferramenta fórum de discussão no ensino de Ciências*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.

Elias, C. S. R., Silva, L. A., Martins, M. T. S. L., Ramos, N. A. P., Souza, M. G. G., & Hipólito, R. L. (2012). Quando chega o fim? Uma revisão narrativa sobre terminalidade do período escolar para estudantes deficientes mentais. *SMAD: Revista Electrónica en Salud Mental, Alcohol y Drogas*, 8(1), 48–53. <https://doi.org/10.11606/issn.1806-6976.v8i1p48-53>

Ferreira, M., & Loguercio, R. Q. (2017). Enunciados em propostas de ensino-pesquisa-extensão em cursos de física a distância: para além dos conteúdos, os discursos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, e2253, 1–33. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190101>

Ferreira, M., & Silva Filho, O. L. (2021). Ensino de física: fundamentos, pesquisas e novas tendências. *Plurais: Revista Multidisciplinar da UNEB*, 6(2), 9–19. <https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2021.v6.n1.12199>

Ferreira, M., Couto, R. V. L., Silva Filho, O. L., Paulucci, L., & Monteiro, F. F. (2021). Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, e20210157, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>

Ferreira, M., Silva Filho, O. L., Moreira, M. A., Franz, G. B., Portugal, K. O., & Nogueira, D. X. P. (2020). Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>

Ferreira, P. A. V., Silva, R. F. R., Silva, V. H. S., Silva, B. H. B., Silva, L. P., & Passos, J. P. R. (03–06 de Julho, 2017). *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) aliadas à experimentação no ensino de eletrodinâmica com estudantes do projeto Mundiar*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.

- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Freitas, Z. V., & Oliveira, J. C. C. (24–27 de Novembro, 2015). *Experimentação e resolução de problemas com aporte em Ausubel: uma proposta para o ensino de Ciências*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.
- Gaio, R. (2008). *Metodologia de pesquisa e produção de conhecimento*. Vozes.
- Goldenberg, M. (2004). *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais*. Record.
- Filho, N. J. G., Bello, M. E. R. B., Santos, F. S., Santos, L. S. B., & Peixoto, C. A. S. (03–06 de Julho, 2017). *Roleplaying Game (RPG): um material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos em Ciências*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1996). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. E.P.U.
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9(2), 191–211. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2007). *Análise textual discursiva*. Unijuí.
- Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Editora UnB.
- Moreira, M. A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Centauro.
- Moreira, M. A. (2012). *O que é afinal aprendizagem significativa?*. Quriculum.
- Nascimento, J. M. L., Siqueira, A. E., Góes, A. C. S., & Meirelles, R. M. S. (24–27 de Novembro, 2015). *Tópicos em genética no ensino fundamental: concepções à luz de referenciais teóricos para aprendizagem*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.
- Novak, J. D. (1997). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza.
- Sacristán, J. G., & Gómez, A. I. P. (1998). *Compreender e transformar o ensino*. Artmed.
- Santos, L. S., & Rodrigues, S. R. C. R. (03–06 de Julho, 2017). *O processo argumentativo na construção de mapas conceituais e suas relações com a aprendizagem significativa crítica no ensino de Ciências*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.
- Santos, V. G., & Galembeck, E. (03–06 de Julho, 2017). *Aprendizagem criativa e significativa como estratégias para trabalhar ciências com as crianças: investigar, criar, programar*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.

Silva Filho, O. L., & Ferreira, M. (2018). Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*, 2(2), 104–125. <https://doi.org/10.26512/rpf.v2i2.12315>

Silva Filho, O. L., & Ferreira, M. (2022). Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e20210339, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339>

Silva Filho, O. L., Ferreira, M., Polito, A. M. M., & Coelho, A. L. M. B. (2021). Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. *Pesquisa e Debate em Educação*, 11(1), 1–33. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.32564>

Silva Filho, O., & Cabrera, J. (2006). Redes predicativas e inferências lexicais (uma alternativa à lógica formal na análise de línguas naturais). *Filosofia Unisinos*, 7(2), 144–167. <https://revistas.unisinos.br/index.php/filosofia/article/view/6095>

Souza, M. J., & Bastos, S. N. D. (10–13 de Novembro, 2013). *Ensino de Ciências e alfabetização: casamento (im)possível?*. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.

Souza, S. C., & Dourado, L. (2015). Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método transdisciplinar de aprendizagem para o ensino educativo. *HOLOS*, 5, 182–200. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880>

Tironi, C. R., Schmit, E., Schuhmacher, V. R. N., & Schuhmacher, E. (10–13 de Novembro, 2013). *A aprendizagem significativa como estratégia para o ensino de física moderna e contemporânea*. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindoia, São Paulo.

Vinholi Junior, A. J., & Gobara, S. T. (03–06 de Julho, 2017). *Modelos concretos e mapeamento conceitual: avaliando a compreensão de estudantes sobre célula*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.

Von Glasersfeld, E. (1996). A construção do conhecimento. In D. F. Schnitman (Org.), *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Artes Médicas.

Vosgerau, D. S. R., & Romanowski, J. P. (2014). Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Revista Diálogo Educacional*, 41(14), 165–189. <https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08>

## Apêndice

### Autores e títulos dos artigos selecionados para análise (ENPEC 2013, 2015 e 2017)

Codificação	Autor(es)/Título
A1	Tironi, C. R. et al. A aprendizagem significativa como estratégia para o ensino de física moderna e contemporânea.
A2	Mendes, J. G., Cicuto, C. A. T., & Correia, P.M. Estudo sobre a estrutura gráfica dos Mapas Conceituais: em busca da Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências.
A3	Oliveira, D.A., Ghedin, E., & Souza, J. M. O Jogo de perguntas e respostas como recurso didático-pedagógico no desenvolvimento do raciocínio lógico enquanto processo de ensino aprendizagem de conteúdos de ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental.
A4	Coutinho, L. R., & Hussein, F. R. G. S. A música como recurso didático no ensino de Química.
A5	Souza, M. J., & Bastos, S. N. D. Ensino de Ciências e alfabetização: casamento (im) possível?
A6	Barata, R. C. et al. Aspectos da aprendizagem significativa consideradas pelos professores de ciências participantes de um curso de férias em Bragança (PA).
A7	Nascimento, J. M. L. et al. Tópicos em genética no ensino fundamental: concepções à luz de referenciais teóricos para aprendizagem.
A8	Freitas, Z. V., & Oliveira, J. C. C. Experimentação e resolução de problemas com aporte em Ausubel: uma proposta para o ensino de Ciências.
A9	Padilha, V. B. P., & Santos, S. A. O ensino do conceito de energia com uso de mapas conceituais associados com a atividade prática elevador eólico.
A10	Amazonas, M. A. S., Sacramento, H., & Lyra, S. Análise do ciclo do planeta Vênus utilizando o <i>software</i> WinStars no ensino de astronomia.
A11	Dias, A. P., & Frenedo, R. C. O uso da ferramenta fórum de discussão no ensino de Ciências.
A12	Almeida, C. M. M. et al. Sistema circulatório no 8º ano do ensino fundamental - séries finais: utilizando <i>tablets</i> como ferramenta de estudo.
A13	Santos, V. G., & Galembeck, E. Aprendizagem criativa e significativa como estratégias para trabalhar ciências com as crianças: investigar, criar, programar.
A14	Soares, L. A. L., & Lemos, E. S. Ensino sobre o Reino Fungi para alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental: reflexões a partir de um minicurso desenvolvido na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa.
A15	Santos, L. S., & Rodrigues, S. R. C. R. O processo argumentativo na construção de mapas conceituais e suas relações com a aprendizagem significativa crítica no ensino de Ciências.
A16	Silveira, F. P. R. A. Um estudo sobre a potencialidade do mapa conceitual para Aprendizagem Significativa dos conceitos científicos no Ensino Fundamental.
A17	Beber, S. Z. C., & D. Pino, J. C. Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os saberes populares: referências para o Ensino de Ciências
A18	Filho, N. J. G. et al. Roleplaying Game (RPG): um material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos em Ciências.

A19	Ferreira, P. A. V. et al. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) aliadas à experimentação no ensino de eletrodinâmica com alunos do projeto Mundiar.
A20	Alves, R. A., Alves, A.A. R., & Souza, M. L. Contribuições ao ensino em Físico-Química no estudo de eletrólitos em ambientes não-formais: construção de conhecimento e formação cidadã.
A21	Junior, A. J. V., & Gobara, S. T. Modelos concretos e mapeamento conceitual: avaliando a compreensão de estudantes sobre célula.

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

 **Marcello Ferreira**

Instituto de Física, Universidade de Brasília  
Brasília, Distrito Federal, Brasil  
marcellof@unb.br

 **André Luís Silva da Silva**

Universidade Federal do Pampa  
Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil  
andresilva@unipampa.edu.br

 **Olavo Leopoldino da Silva Filho**

Instituto de Física, Universidade de Brasília  
Brasília, Distrito Federal, Brasil  
olavolsf@unb.br

**Editora Responsável**

Márcia Gorette Lima da Silva

---

**Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e de Isenção de Interesse**

Os autores declaram ter cuidado de aspectos éticos ao longo do desenvolvimento da pesquisa e não ter qualquer interesse concorrente ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado no texto.

---