

## ENCONTRO ENTRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

COSTA, Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos <sup>1</sup>

### RESUMO

Dada a complexidade do processo de aprendizagem é preciso ensinar aos estudantes para além dos conteúdos em si, desenvolver autonomia e tomada de decisão para compreender os porquês e como de se estudar e fazer ciências. Para isso, o ensino por investigação entra neste estudo como estratégia metodológica para desenvolvimento cognitivo do aprendiz. Dado o potencial ativo, diversificado e construtivista desta metodologia, busca-se relações eminentes com a teoria cognitivista da Aprendizagem Significativa. Tal relação não foi tão explorada, tampouco quando se restringe à sua vertente, Sequência de Ensino Investigativa. Por isso, esta pesquisa busca analisar a relação entre a Sequência de Ensino Investigativa e a Aprendizagem Significativa para a construção do conhecimento científico. Como resultado, percebe-se o ensino por investigação como um artefato cultural imprescindível para a educação e necessita de rigoroso planejamento fundamentado, que se embasa nas construções de teóricos cognitivistas construtivistas.

**Palavras-chave:** Construtivismo; Aprendizagem; Ensino de Ciências.

### INTRODUÇÃO

Ao compreender que a efetivação da aprendizagem é o desafio mais importante para a educação e para tanto depende da qualidade de ensino, foi necessário um encontro com a teoria da aprendizagem que favorece estes processos, a teoria cognitivismo construtivista. Esta, considera a cognição e suas construções a partir do mundo em que o sujeito se insere, obtendo consequente desenvolvimento humano perante a aprendizagem.

Esta, embasa a metodologia proposta neste projeto de pesquisa, a qual é o ensino de ciências por investigação, a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), ao esclarecer o funcionamento do aprendizado quanto à cognição e metacognição. Diante disto, este trabalho parte da seguinte **problemática**: quais as relações entre Ensino por Investigação e a Aprendizagem Significativa?

A propósito, os estudos do grupo LaPEF (Laboratório de Pesquisa e Ensino em Física) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, apontam relações evidentes entre a o ensino por investigação, a alfabetização científica e a argumentação nas aulas de ciências, a partir do que tem sido pesquisado por muitos autores (SASSERON, 2015). Tais relações que

---

<sup>1</sup> Mestranda em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [gabicavalcantebio@gmail.com](mailto:gabicavalcantebio@gmail.com);

demonstram a relevância do ensino por investigação, prevê realização de alguns dos objetivos educacionais previstos na BNCC, representa uma potencialidade para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz, e, pois, para a concretização da teoria de Ausubel e Novak, Aprendizagem Significativa (AS), que, conforme Moreira (2006), possibilita diferenciação e aquisição de novos conceitos que ocorrem por assimilação.

A partir disso, esta pesquisa observa o desenvolvimento da aprendizagem na perspectiva ausubeliana (como costuma ser referida a AS), a qual tem como pressuposto que “a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe” (AUSUBEL, 1978, p. 41). Inclusive, é reconhecido que as crianças antes de entrar na escola têm alto potencial em aprender significativamente, principalmente por descoberta, entretanto as provas e outros processos escolares comuns dão ênfase a memorização, o que culmina em aprendizagem predominantemente mecânica, considerada por Ausubel inversa à AS (NOVAK, 2002).

Devido a necessidade em continuar esta capacidade das crianças, em aprender significativamente, a serem curiosas e críticas, esta proposta busca integrar o contexto social, histórico e científico, para que os estudantes possam ver a capacidade e necessidade de investigações. Ao mesmo tempo em que se levanta muita questão para compreensão teórica sobre aprendizagem antes de aplicar determinada metodologia de ensino, já que um dos desafios a ser superado é encarar a biologia como conteúdo fixo, pronto e acabado, conforme traz Motokane (2015).

Por isso, busca-se inovação quanto a metodologia de ensino que vá além de formas expositivas, algo que promova um desenvolvimento cognitivo capaz de desempenhar com qualidade de aprendizagem. Por sua vez, as metodologias alternativas surgem como complemento das ações cotidianas do professor, que provocam mudanças significativas também na prática docente e parecem promover aprendizagem de forma mais efetiva (YAMAZAKI e YAMAZAKI, 2006).

As reflexões sobre a prática de ensino levantam uma alerta para o equívoco de acreditar que basta implementar algo novo para seus alunos. Por isso, enfatiza-se a importância da teoria ser investigada na prática, somando o êxito do processo educacional como um todo. Considerando a qualidade do ensino (professor) e a qualidade da aprendizagem (aprendiz), ou seja, a qualidade da aplicação e desenvolvimento da metodologia e os aspectos da teoria da aprendizagem capaz de dar suporte e se fazer compreender à prática.

Logo, esta pesquisa tem como objetivo analisar a relação entre Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e a promoção da Aprendizagem Significativa (AS). Uma busca por estimular a capacidade crítico-investigativa sobre fenômenos relacionados com este tema no cotidiano; desenvolver a capacidade argumentativa, alfabetização científica e autonomia intelectual a partir de construtos coletivos e individuais.

## **METODOLOGIA**

Este estudo trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, em que a coleta e análise dos dados atende à multiplicidade de significados que permeiam o processo (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Neste caso, será investigado possíveis relações entre a aprendizagem significativa e ensino de ciências por investigação.

Quanto a natureza da pesquisa, é exploratória, pois possibilita melhor conhecimento sobre o assunto, auxiliando no processo de formulação de hipóteses, aprimoramento da intuição e tornar o problema mais explícito (GIL, 2010). Quanto a coleta de dados é bibliográfica, pois um dos métodos de pesquisa empregados em sua elaboração tem como base material já publicado, baseando-se em artigos científicos, livros e tese de doutorado que trata de tais relações.

O referencial teórico que embasa esta pesquisa, perpassa os autores que descrevem as Teorias da Aprendizagem, para encontrar o caminho pelo qual trilhou o conhecimento que originou a teoria que pretendo utilizar, o Cognitívismo. Para isso foram utilizados principalmente livros sobre teoria de Aprendizagem, tomando Moreira e Lefrançois.

A partir daí, buscou-se entender a influência dos principais teóricos do cognitívismo construtivista e sua influência no ensino por investigação, mais especificamente, na SEI, criada e desenvolvida pelo grupo de pesquisa LaPEF, descrita detalhadamente por Carvalho. Um estudo sobre a AS justificou o motivo pelo qual é uma teoria cognitívista e possibilitou encontrar vestígios de influência na SEI desde a sua construção até a forma como é desenvolvida. Por fim, a AS foi construída por Ausubel e Novak, mas também ganhou complementações do autor Marco Antonio Moreira.

Ademais, as pesquisas que abordam o encontro do ensino por investigação e AS, são muito reduzidos, sendo encontrada apenas uma no *Scholar Google*, que se trata de uma tese de doutorado da Universidade Estadual de São Paulo, e quatro trabalhos no portal CAPES. Fora utilizado em ambos os termos “ensino por investigação” e “Aprendizagem Significativa”,

embora no portal da CAPES tais termos se enquadraram na busca avançada, localizando os termos em qualquer lugar do texto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A vasta experiência em avaliações é considerada a causa da habituação dos estudantes em memorizar desde fórmulas, até formas de resolver “problemas típicos”. E, por isso, para conquistar a Aprendizagem Significativa, de fato, é importante propiciar questões e problemas de uma maneira inusitada, que possa atingir uma poderosa transformação do conhecimento prévio (MOREIRA, 1999).

A necessidade de problemas para começar a construir o conhecimento é um fato também destacado por Piaget, quando propõe a necessidade de “equilibração”, “desequilibração” e “reequilibração” para construção do conhecimento, acrescentando que a organização do ensino deve entender o conhecimento novo como originado a partir de um conhecimento anterior (CARVALHO, 2013).

Desta forma, a busca por um ensino de qualidade que fuja da pedagogia tradicional, descrita por Libaneo (1983) como um ensino bancário que contempla os conteúdos como dogmas, é constante entre os professores e estudantes da educação, e neste trabalho isto é primordial. Contudo, conforme Carvalho e Gil-Perez (2011, p. 39), a “rejeição verbal do ‘ensino tradicional’ não se traduz em capacidade para apontar de maneira concreta as carências e defeitos mais graves que, pelo contrário, são aceitos acriticamente”.

Ao mesmo tempo, as críticas ao ensino tradicional remontam ao aprendiz como figura passiva na sala de aula, o que leva a desconsiderar seus conhecimentos prévios, tangenciando a AS, proposta por Ausubel (GUIMARÃES, 2009). Por isso, além de aprofundar os estudos sobre a teoria cognitiva, mais especificamente a Aprendizagem Significativa (AS), é importante o desenvolvimento de uma metodologia que possa efetivar na prática as suas premissas, a fim de evitar aceitar sem críticas os modelos de ensino ordinários, que ainda costumam ser pouco dialógico e reflexivos. E, pois, acreditar estar inovando, mas permanecer no modelo exclusivamente expositivo.

Desse modo, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) como metodologia traz uma proposta coerente com o construtivismo cognitivista, bem como aos objetivos deste trabalho, e para tanto, Carvalho (2013) em seu livro sobre a SEI, traz os autores Piaget e Vygotsky para embasar seus pressupostos.

## AVANÇOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Pode até parecer que fora criado a pouco, ainda iniciando seus pressupostos, mas a necessidade de melhorar tanto o ensino quanto a aprendizagem (a mesma que ainda se valida hoje) que motivou o ensino por investigação já existe há muito tempo. Um registro interessante, remete ao professor de química H. R. Armstrong, que em 1891, percebeu a importância de experimentações para aplicação em sala de aula, ou seja, da utilização dos princípios da metodologia científica, para construções do conhecimento científico no ensino de ciências, em complemento ao conteúdo, reconhecendo o valor formativo de seus métodos (FURIÓ, 2001 apud VIEIRA, 2012).

Este professor, possivelmente um professor pesquisador, aquele que se atém para os detalhes de sua sala de aula possibilitando reflexões e aperfeiçoamentos, tal qual menciona Pedro Demo (2007), envolveu seus métodos com suas observações para com o desenvolvimento do estudante em vários aspectos e utilizou de um artefato de ensino que se fez fundamental, logo, pode-se dizer que superou o padrão tradicional e promoveu grande avanço para a Educação, em sua época.

No século XIX, John Dewey prioriza o ensino de ciências baseado em observações e no raciocínio indutivo. Já no século XX, critica o ensino de ciências bancário e pouco reflexivo, que não propicia a compreensão de ciências como método promotor da transformação de pensamento (RODRIGUES; BORGES, 2008). Esta preocupação com a aprendizagem e com o ensino de ciências, como base para o desenvolvimento do pensamento crítico, se tornou crescente, fazendo com que ocorressem mudanças ou aprimoramentos nas metodologias de ensino existentes. Isto provocou um desenvolvimento de Teorias da Aprendizagem mais adequadas aos novos estudos de epistêmicos e psicólogos.

Entre todos os movimentos educacionais envoltos também de interesses políticos que aconteceram, em detrimento ao estruturalismo, surge na Alemanha a Teoria Gestalt, que significa “configuração” ou “todo”, originada ao mesmo tempo em que o Behaviorismo nos Estados Unidos da América, mas apesar disso é oposta às suas sugestões e precede o cognitivismo. Esta teoria acredita na aprendizagem e até mesmo na resolução de problemas complexos por “insight”, ou seja, uma “súbita tomada de consciência” que organiza e relaciona todos os elementos de uma situação problemática. Por isso, esta teoria tem como princípio o fato de que o TODO é mais que apenas a soma de suas partes. Ademais o mundo não é

percebido como elementos isolados, mas como configurações significativas (LEFRANÇOIS, 2008; MOREIRA, 1999).

A partir desta teoria, origina-se o Cognitivismo, que no processo de transição do comportamentalismo, chegou a influenciá-lo de modo que até mesmo os behavioristas traçaram algumas inquietações, ainda que mínimas, sobre a estrutura cognitiva. Quanto ao seu enfoque construtivista à cognição humana, tem como precursor Piaget, que propõe a “equilibração” como princípio básico para explicar o desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1999).

Portanto, o cognitivismo enfatiza os processos mentais, tais como as eventuais formas de o estudante adquirir e organizar informações. Sob influência de Bruner, esta teoria entende que o aprendiz tem a capacidade de resolver problemas e aprender por descoberta, mesmo frente às “situações discrepantes” (KRASILCHIK, 2008).

A menção de resoluções de problemas e aprendizagem por descoberta, bem como vários aspectos do Cognitivismo, trazem de maneira clara a relação entre o ensino por investigação e a Aprendizagem Significativa, tanto em seu caráter motivador e metodológico quanto a caráter epistêmico e cognitivo, o que será esclarecido mais adiante. Ademais para Bruner (1963) apud Krasilchik (2008, p. 26), “a apresentação e instrução deve ser sequenciada para auxiliar o aluno a compreender, transformar e transferir aquilo que for aprendido”.

Apesar de discordar com alguns termos, tais como “instrução” e “transferir”, tal frase esclarece uma finalidade prevista em um planejamento organizado e fundamentado teoricamente pelo professor, que deverá deixar claro para o aprendiz seus objetivos, para que assim este possa assimilar e expressar de várias formas o que foi aprendido.

Dois motivos impulsionaram a mudança na forma de mediação de informações, o primeiro fato se deve ao aumento gradativo da produção de conhecimento, impossível de ser ministrado em sua amplitude, e o segundo fato se deve aos trabalhos realizados por psicólogos e epistemólogos, tais como Piaget e Vygostsky e seus seguidores, sobre a forma como se constrói, individualmente ou socialmente, o conhecimento (CARVALHO, 2013). Desse modo, a SEI se coloca dentro do cognitivismo e apresenta estes dois teóricos muito importantes para fundamentar diferentes questões.

Diante disso, apesar de o ensino por investigação ter sido há muito debatido, a SEI surge como metodologia de ensino em um grupo de pesquisa chamado LaPEF para o ensino de Física, desde então têm sido desenvolvidos muitos trabalhos nas salas de aula de São Paulo e influenciado outros lugares, inclusive outras áreas das ciências, as quais têm obtido sucesso. Contudo, ainda existem poucos trabalhos com a SEI na área de Biologia, em contrapartida o

ensino de biologia precisa de inovações dada a quantidade de descobertas e a dificuldade de abstração.

Motokane (2015), afirma que o excesso de conceitos científicos levou a biologia a carregar um estigma de ser uma disciplina exaustiva, de conteúdo pronto e acabado e, por tanto, ser conhecida pela memorização de termos, quando ela tem uma linguagem própria necessária para compreensão de vários.

Na busca por desconstruir tais estigmas e os desafios encontrados, baseando-se na SEI para desenvolver no grupo de pesquisa LINCE (Linguagem e Ensino de Ciências) uma Sequência Didática Investigativa (SDI), tomou como base teórica a alfabetização científica em busca do desenvolvimento da argumentação para o ensino de ecologia. Isto, porque, fora percebido a dificuldade de relacionar as opiniões dos estudantes aos conceitos científicos aprendidos em sala de aula. Como resultado perceberam que “temas científicos geram argumentos e que tais argumentos melhoram sua qualidade em função da mediação do professor” (MOTOKANE, 2015, p.134).

Quanto a SEI, trata-se de uma sequência de aulas que aborda um tópico pré-determinado em que deve ser planejada toda atividade, tanto referente ao material quanto às ‘interações didáticas’, a fim de promover condições de se mostrarem os “conhecimentos prévios para começar os novos” (p. 9), construam suas próprias ideias e desenvolver capacidade de discuti-las com seus colegas e professor “passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.” (CARVALHO, 2013, p. 9). As necessidades que impulsionaram a construção da SEI foram: ultrapassar o trabalho com construtos científicos, disseminar a cultura científica e ensinar aos estudantes como construir conhecimento (CARVALHO, 2011).

Sendo a SEI e a SDI, sequências didáticas, têm sido empregadas como instrumentos de planejamento do ensino, assim como objetos de pesquisa, em que proporcionam condições favoráveis para os alunos se apropriarem de ferramentas culturais próprias da comunidade científica (ALMOULOU; COUTINHO, 2008 apud MOTOKANE, 2015). Somado a isto, as sequências didáticas são consideradas atividades organizadas, ordenadas, estruturadas e articuladas para efetivar determinados objetivos educacionais (ZABALA, 1998).

Conforme Carvalho (2013), uma SEI apresenta algumas atividades-chave: Iniciar, na maioria das vezes com um PROBLEMA (experimental, ou teórico contextualizado) que deve estar dentro da temática e possibilite reflexão e que traga em tona as possíveis variáveis e suas relações perante o ‘fenômeno científico’, inclui a sua resolução. Apresentar ATIVIDADE DE

**SISTEMATIZAÇÃO:** nesta etapa os estudantes têm a segunda oportunidade de discutir, comparar o problema que resolveram, a partir de uma leitura que trará mais informações.

**CONTEXTUALIZAÇÃO:** consiste em “sentir a importância da aplicação do conhecimento do ponto de vista social” (p. 9), também pode aprofundar ainda mais o conhecimento. A última etapa é a **AValiação**, que já foi influenciada pela observação do comportamento e levantamento de habilidades e atitudes de cada estudante ao longo do processo, mas uma última verificará se realmente chegou ao conhecimento científico que se pretendia.

Mais especificamente quanto a um problema experimental, o “gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas são tão importantes como o planejamento do material didático e a elaboração do problema” (CARVALHO, 2013, p. 11). Sendo, pois, as ações do professor e dos aprendizes delineadas em cada etapa, a sequência a ser desenvolvida deve seguir os parâmetros definidos por Carvalho (2013):

1. “Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor” (CARVALHO, 2013, p. 11): Nesta etapa, a partir de um problema experimental manipulável (ou não, em casos que oferecem riscos o professor deve apenas ilustrar a experimentação) pelos estudantes ou de outro tipo de material (imagem, notícia, texto, etc), a turma deverá ser dividida em equipes de até 5 pessoas. O problema deve ficar claro para todos.

2. “Etapa de resolução do problema pelos alunos” (CARVALHO, 2013, p. 11): Esta será uma etapa manipulativa, para obtenção de dados, utilizar conhecimento prévio para organizar e construir novo conhecimento, levantar hipóteses, testar hipóteses, somar opiniões individuais através de discussão em grupos (aprendizagem social).

3. “Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos” (CARVALHO, 2013, p. 12): Esta é a etapa em que se recolhe o material, desfaz os grupos e organizar a classe para um debate para sistematização coletiva do conhecimento.

4. “Etapa do escrever e desenhar” (CARVALHO, 2013, p. 12): Nesta etapa será o momento de aprendizagem individual.

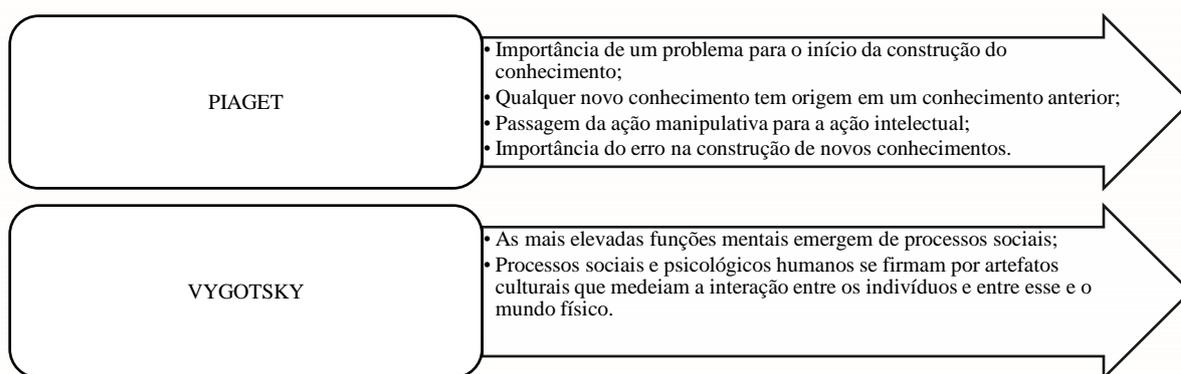
Estas etapas são flexíveis e podem ser acrescentadas de outras atividades para auxiliar na sistematização do conhecimento, além de ser permitido utilizar de vários ciclos da SEI para um mesmo conteúdo, que seja mais complexo, sem obrigatoriedade de seguir esta ordem. O problema pode ser planejado de diversas formas, sendo a necessidade primeira provocar reflexão e levantamento de hipóteses para contribuir para o despertar de muitos aspectos

importantes para a o desenvolvimento cognitivo. Quanto a forma de avaliação, deve ser tão flexível, planejada e fundamentada quanto a metodologia de ensino utilizada, visto que não faz sentido utilizar de avaliação exclusivamente típica diante de tantos processos levantados. Então a avaliação deve ser contínua, já a formativa pode ser a construção de mapa mental, mapa conceitual, modelos, simulação, entre outros.

Para Peña et al (2005), os mapas conceituais foram criados por Novak como instrumento de uma projeção prática da teoria ausubeliana, eles assumem vários papéis, tais como resposta prática ao modelo da aprendizagem significativa, como resumo-esquema, ou como meios de negociação. Deste modo, principalmente pelo seu primeiro papel, se torna uma ferramenta de avaliação muito válida para esta pesquisa, por proporcionar acompanhar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes sob perspectiva ausubeliana.

Vale ressaltar que a desmotivação dos estudantes em várias áreas das ciências é preocupante e responsável por parte do fracasso escolar (POZO; CRESPO, 2009). Por isso, é importante desenvolver metodologias em uma perspectiva inovadora, potencialmente motivacionais e com bom embasamento teórico. Ademais, “as inovações didáticas devem estar ligadas a inovações na avaliação, pois uma nova postura metodológica em sala de aula torna-se inconsistente aliada a uma postura tradicional de avaliação” (CARVALHO, 2013, p. 10).

Além disso, os pressupostos teóricos para esta metodologia são advindos dos conhecimentos de dois grandes estudiosos da área da educação para embasar diferentes questões, Carvalho (2013), conforme ilustra a figura abaixo.



## TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dividindo a aprendizagem em três tipos: cognitiva, afetiva e psicomotora, a teoria ausubeliana tem como foco a primeira, que considera existência de um complexo organizador

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

chamado de estrutura cognitiva, em que as informações são armazenadas e organizadas, ou seja, um conteúdo total de ideias de uma pessoa. Neste caso, a aprendizagem trata-se de um processo de interação de uma informação nova com uma estrutura específica do conhecimento denominada SUBSUNÇOR. Neste, são ancorados os conceitos e proposições relevantes que são organizados e formam uma hierarquia de conceitos (MOREIRA, 1999).

Nem sempre as informações passam por esse processo de ancoragem da AS, pois as informações podem ser armazenadas arbitrariamente, é o caso de um conhecimento completamente novo, pelo qual ainda não se tem *subsunçores* para interagir significativamente, a esse processo é dado o nome de Aprendizagem Mecânica (AM). No entanto, a AM pode, com o passar do tempo, interagir com outras informações da estrutura cognitiva através de um processo de assimilação e formar *subsunçores* cada vez mais elaborados, até que comece a ficar significativa. A Aprendizagem Mecânica é, pois, automática, as novas interações são aprendidas com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva. Por essa razão apesar de ser diferente da AS, não é dicotômica, ela é um *continuum* (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002).

Ademais, a aprendizagem pode ocorrer de duas maneiras distintas: por recepção ou por descoberta. A primeira remete a apresentação de conteúdo pronto e exige um certo nível de maturidade cognitiva que possibilite abstração da informação mesmo sem entender o processo que a originou, enquanto a segunda, é o aprendiz que deve descobrir o conteúdo. (MOREIRA, 1999; MOREIRA 2006). Entretanto, “a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe” (AUSUBE, 1978, p. 41). No ensino por investigação, principalmente na SEI, é este segundo tipo de aprendizagem que se almeja alcançar.

A aprendizagem por descoberta é constante em crianças em idade pré-escolar, mas ao iniciar a vida de estudante, vai perdendo seu espaço no processo, e volta a predominar em estágio mais avançado de maturidade cognitiva. Todavia, vale ressaltar que tanto a aprendizagem por descoberta quanto por recepção não é obrigatoriamente mecânica nem significativa, pois depende de estabelecer ou não relações com o subsunçor (NOVAK, 2002; MOREIRA, 2006). Entretanto, em idade escolar a criança já tem uma quantidade de conceitos organizados que permite a AS.

A formação de conceitos, ocorre por um processo de assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos. Para facilitar a aprendizagem de novos conceitos, Ausubel, desenvolveu, antes da AS, os ORGANIZADORES PRÉVIOS, que servem

para auxiliar a mediação em forma de facilitadores. De certa forma são informações mais amplas e tem maiores possibilidades de se relacionar à estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

“A principal função dos organizadores prévios é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara” (AUSUBEL, 1978, p. 171). Isto remete aos conceitos de Vygotsky sobre a “zona de desenvolvimento proximal” que seria o espaço entre o conhecimento consolidado (“nível de desenvolvimento real”) - que reporta ao conceito ausubeliano de subsunçor - e a o espaço em que pode ser avaliado pela capacidade de resolver problemas com auxílio de outrem (“nível de desenvolvimento potencial”). Desse modo, entende-se o desenvolvimento potencial como momento de identificar o conhecimento prévio do discente ao longo do processo.

Em sua abordagem sociointeracionista, Vygotsky, valoriza a figura do professor como elaborador de questões e pessoa fundamental para auxílio do desenvolvimento potencial, seguido por metodologias que possibilite interações sociais, por isso a SEI é planejada com atenção para propiciar um momento de construção coletiva. Além disso, caso haja concepções espontâneas ou formação de ideias não aceitas na ciência atualmente, em um outro momento de sistematização serão corrigidas, evitando o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa inadequada (CARVALHO, 2013).

Ausubel, também considera dois fatores imprescindíveis para a construção da Aprendizagem Significativa: A natureza do MATERIAL - como sendo o conteúdo a ser mediado que precisa ser logicamente significativo, relevante dentro do contexto do aprendiz - e do SUBSUNÇOR - que se trata do lado psicológico e pessoal do indivíduo, o qual vai decidir aprender significativamente ou mesmo de forma mecânica. Este último, é, por tanto, idiossincrático e independe do potencial significativo do material (MOREIRA, 2006).

Desse modo, a teoria ausubeliana, ocorre por um processo complexo de assimilação que atinge diferenciação de conceitos, aquisição de novos conceitos, que pode ser representacional (menos complexa, caracteriza significados aos símbolos, como palavras, objeto, evento), conceitual (é representacional, já que atribui significados aos conceitos, que são símbolos) e proposicional (mais complexo, pois trata-se de aprender significados mais amplos de ideias em forma de proposições).

Os novos conceitos dentro da hierarquia de conhecimento podem ter relações subordinada (quando a nova informação depende do subsunçor), superordenada (abrange as ideias subordinadas) ou combinatória (aprendizagem de proposições, é mais complexa). A AS subordinada costuma passar pelo processo de diferenciação progressiva, assim, interage e se

liga a um subsunçor, que também se modifica (MOREIRA, 1999; MOREIRA; 2006; PEÑA, 2005; NOVAK, 2002).

Para Ausubel, após ocorrer a construção da AS, o segundo estágio da assimilação é a ASSIMILAÇÃO OBLITERADORA, quando “as novas informações se tornam espontâneas e progressivamente menos dissociáveis de suas ideias-âncora, até que não estejam mais disponíveis ou sejam individuais”. Desse modo, ele também considera o esquecimento como parte da aprendizagem, devido a continuação temporal do mesmo processo de assimilação e modificações do subsunçor. (MOREIRA, 1999).

Além disso, Moreira (1999) descreve o processo instrucional do professor, de acordo com Ausubel em duas formas de influenciar a estrutura cognitiva:

- **Substantivamente:** apresentação de conceitos e princípios unificadores e inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras.
- **Programaticamente:** emprego de **métodos adequados** de apresentação do conteúdo e utilização de princípios programáticos apropriados na organização sequencial da matéria de ensino.

O mesmo autor ainda destaca quatro tarefas fundamentais do professor:

1. Identificação dos conceitos básicos da matéria de ensino;
2. Identificação de como os subsunçores estão estruturados (AUSUBEL, 1978, p. 189);
3. Diagnosticar aquilo que o discente já sabe;
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimento, por meio de aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Além disso, o ensino por investigação é, de fato, capaz de promover a Aprendizagem Significativa, desde de que os professores estejam aptos às mudanças. Esta metodologia ativa aproxima as estratégias docentes aos princípios da AS, o que contribui para o desenvolvimento da autonomia e criticidade do aprendiz. Além disso, colocados frente a questionamentos, é possível desprender o conhecimento prévio dos estudantes. Sendo “essas perspectivas importantes para novas pesquisas sobre o ensino por investigação, principalmente quanto a programas de formação e capacitação de professores” (VIEIRA, 2012, p. 130)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de ciências por investigação teve início há muito tempo, desde então vem sendo muito estudado, de modo que surgiram muitas ramificações, sendo a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) uma delas. A SEI tem uma proposta de ensino e aprendizagem condizente com o cognitivismo construtivista, devido à preocupação com a forma como o conhecimento é construído, tanto a nível cognitivo conforme os estudos de Piaget, quanto a nível sociointeracionista de Vygotsky.

Como uma metodologia cognitivista, encontra-se com a Aprendizagem Significativa, a qual fornece um embasamento epistêmico necessário, quando se trata da formação de novas hierarquias de conhecimento. Trazendo, desta forma, questões claras e fundamentais as quais se deve levar em conta na elaboração de uma SEI. Ambas têm potencial em desenvolver competências e habilidades muito importantes nos estudantes.

Ao proporcionar interação entre colegas na tentativa de solucionar um problema dinâmico e contextualizado de diferentes formas, a fim de promover aprendizagem a partir da assimilação, a SEI tem a capacidade de promover a AS nos estudantes tanto pela natureza do material (conteúdo em si) que se torna significativo (por torna-lo flexível, contextualizado e científico, levantando as considerações sobre como fora desenvolvido), quanto pela natureza do subsunçor idiossincrático, por propor métodos motivadores tais como descritos por Piaget de “equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio” a partir de um problema desafiador.

A proposta do ensino por descoberta, ainda que mais complexa que o ensino por recepção, tem elevado potencial em promover assimilação obliteradora, o segundo estágio de assimilação, do qual se desprende o que foi aprendido de apenas uma situação e passa a aplicar em contextos variados. Entretanto, é percebido a necessidade de um planejamento rigoroso sobre as suas etapas, além de que deve se levar em conta que alguns conteúdos podem ser melhores do que outros para esta abordagem metodológica de ensino.

Logo, a SEI, como metodologia, e a AS, como aporte teórico epistêmico, encontram-se na teoria da aprendizagem cognitivista. As possibilidades de tais relações serem analisadas na prática da sala de aula é eminente e inovadora, também uma recomendação deste trabalho, sendo um passo muito importante para a educação atual, que destaca a necessidade de

desenvolver a capacidade metacognitiva, além da alfabetização científica, desenvolvimento da argumentação e capacidade crítica para que, de fato, novas informações façam sentido.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. In: defence of advance organisers: A reply to my critics. **Review of Educational Research**, 48, 251-257, 1978.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

\_\_\_\_\_, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 10ª Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores associados, 2007.

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

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, 31(3), 198-202, 2009.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2009.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Cengage, 2008.

LIBANEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação–ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.

LUDKE, M.A.; ANDRÉ, M. E. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: \_\_\_\_\_ (Org.) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 9-29, 1994.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**. 4(2), 38-44, 2006.

\_\_\_\_\_, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 115-138, 2015.

NOVAK, Joseph D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

PEÑA, A. O. **Mapas Conceituais**: uma técnica para aprender. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Mudando as atitudes dos alunos perante a Ciência: o problema da (falta de) motivação. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, v. 5, p. 29-45, 2009.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de Ciências por investigação: reconstrução histórica. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008, Curitiba. Curitiba: UTFPR/UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epenf/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

VIEIRA, F. A. C. Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino (Tese de Doutorado – Ensino de Ciências) 197f. Universidade Estadual Paulista. **Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência**. Bauru, 2012.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. Sobre o uso de metodologias alternativas para ensino-aprendizagem de ciências. **Educação e diversidade na sociedade contemporânea**. Ed. Coelho MS, 2006.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. In: **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**, Porto Alegre: Artmed, 1998.