

**QUE É APRENDIZAGEM? COMO ELA ACONTECE? COMO FACILITÁ-LA? UM  
OLHAR DAS TEORIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL E  
APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA DE RICHARD MAYER**  
**(What is learning? How does it happen? How can it be facilitated? A version from the theories of  
meaningful learning of David Ausubel and Multimedia Learning of Richard Mayer)**

**Ivana Elena Camejo Aviles** [ivanacamejo\_18@hotmail.com ]

**Eduardo Galembeck** [eg@g.unicamp.br]

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, Laboratório de Tecnologia Educacional,

Universidade Estadual de Campinas.

Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970. Brasil.

## **Resumo**

Nesta pesquisa de natureza documental, questionamos em que medida a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) poderia incorporar os elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) na visão de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira. Assim, desenvolvemos uma análise teórico-reflexiva dos elementos da TCAM que forneça evidências de seu nível de correspondência com a TAS. Os focos de interesse e categorias de análises desta análise crítica e reflexiva, foram definidos a priori pelos autores, tais como: conceptualização de aprendizagem, mecanismos para alcançar a aprendizagem e materiais didáticos para facilitar a aprendizagem. Embora a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e a Teoria de Aprendizagem Significativa representem dois robustos referenciais teóricos-pedagógicos com potencial para superar as limitações de ensino de ciências na atualidade, na opinião dos autores deste trabalho, a TCAM não incorpora elementos suficientes da TAS, gerando inconsistências teórico-pedagógicas e, portanto, posturas antagônicas entre as duas teorias.

**Palavras-Chave:**teoria de aprendizagem significativa; teoria cognitiva de aprendizagem multimídia; aprendizagem, ensino das ciências.

## **Abstract**

This work presents a documentary research in which we ask: the Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) incorporates the elements of Meaningful Learning Theory (TAS) according to Ausubel, Novak, Gowin, and Moreira? In this sense, we performed a theoretical-reflexive analysis of the elements of the TCAM to provide evidence of its level of correspondence with the TAS. To do so, the authors defined the focus of this critical and reflective analysis a priori, such as conceptualization of learning, mechanisms to achieve learning and didactic materials to facilitate learning. The Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) and the Meaningful Learning Theory (TAS) represent two robust theoretical-pedagogical references with the potential to pass through the limitations of science teaching today. Despite this, in the vision of the authors of this article, the TCAM does not incorporate enough elements of the TAS, raising pedagogical inconsistencies and antagonistic positions between the two theories.

**Keywords:** meaningful learning theory, cognitive theory of multimedia learning, learning, science teaching.

## 1-Introdução

Como parte de uma tentativa pôr situar o presente trabalho em um campo teórico específico, são apresentadas e contrastadas as teorias construtivistas atuais, a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) desde as visões de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira. Estas teorias fazem parte dos resultados dos últimos anos de investigação em psicologia cognitiva, filosofia, história e epistemologia da Ciência, sempre tentando melhorar o complexo processo de ensino e de aprendizagem, procurando dar resposta às demandas contemporâneas da sociedade, construindo uma cultura científica e tecnológica abrangente.

Coerentemente, Sessa e Frateschi (2017) ressaltam a necessidade de ter uma educação científica que facilite uma visão de ciência como uma das formas de compreender o mundo, contribuindo na apropriação de uma alfabetização mais ampla, que considere outras dimensões além de conhecer/saber teorias científicas, ou seja, os contextos sociais, históricos e culturais e que promova habilidades de desenvolvimento crítico.

Nesse sentido, o presente trabalho, de natureza teórica faz parte de uma pesquisa mais ampla, que em princípio tentou desenvolver uma combinação efetiva das teorias de Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Multimídia como referenciais teóricos-pedagógicos da pesquisa, este artigo surge do seguinte questionamento: em que medida a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) incorpora os elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) nas noções de Ausubel (1983, 2002), Novak (1977, 1981), Gowin (1981) e Moreira (1997, 2003, 2005, 2009 e 2010).

Assim, a presente pesquisa documental propõe desenvolver uma análise teórico-reflexiva dos elementos da teoria de Mayer que contribua para estimar seu nível de correspondência com a Teoria de Aprendizagem Significativa, que é o principal referencial teórico-pedagógico da pesquisa. Então, é preciso:

- a. Analisar os elementos considerados pela TAS e TCAM no processo de conceitualização de aprendizagem, desenvolvimento de aprendizado e materiais didáticos facilitadores de aprendizagem.
- b. Estimar o grau de correspondência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002, 2009) com os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa, nas noções de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira.
- c. Determinar o grau de correspondência e possível subjetividade teórico-pedagógica existentes entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e Teoria de Aprendizagem Multimídia.

## 2- Fundamentação teórica

Na atualidade, tem sido questionada a efetividade das contribuições da Educação em Ciências no sentido de melhor servir aos interesses da coletividade. De acordo com Auler e Muenchen (2007) em Queiroz (2012), é possível afirmar que a ensino de ciências ainda apresenta hoje limitações e problemas a serem enfrentados, dentre os quais se destacam: a idealização da atividade científica, exibindo suas construções como produtos corretos, verdadeiros, acabados e imutáveis, apresentados fora de seu contexto de produção; ensino com enfoque estritamente disciplinar; falta de motivação dos alunos; o distanciamento entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”; e provavelmente atrelado a todos esses aspectos, um baixo nível de aprendizagem.

Assim, Greca, Meneses e Diez (2017) justificam a eminente necessidade de revisar radicalmente a maneira como é o ensino das ciências nas escolas, com a finalidade de gerar contribuições reais na formação de cidadãos cientificamente alfabetizados. Eles recomendam que um ensino das ciências deveria partir de um processo intencional de diagnóstico de problemas, critica de experimentos e distinção de alternativas, planejamento de pesquisas, validação de hipóteses, revisão de informação, construção de modelos, socialização e construção de argumentos coerentes, conseguindo desta maneira, captar o interesse e a ilusão dos estudantes.

Nieda e Macedo (1997) em Tünnermann(2011) geram algumas medidas que devem ser levadas em conta para superar os obstáculos no ensino de ciências e elevar sua qualidade, tais como: apresentar e analisar situações problemáticas abertas, de interesse para os alunos ou algum problema de relevância social, que leve em conta as variáveis socioeconômicas, políticas e religiosas dos estudantes; ter em conta, que esses problemas podem ser abordados de muitos pontos de vista e que as soluções não são únicas, cada uma delas amplia o reorganiza sua compreensão.

Neste sentido, essas autoras consideram que para superar os modelos didáticos expositivos de transmissão verbal e de descobrimento indutivo, as alternativas reducionistas das mudanças conceituais e as propostas que defendem a substituição drástica das concepções alternativas, precisam começar em:

- a) Construir propostas didáticas que levem em conta as concepções alternativas (CA) dos estudantes, para analisar as situações nas quais elas são pertinentes.
- b) Submeter as ideias contemporâneas da ciência, permitindo que as CA se contrastem, se ampliem, se reorganizem e sejam contextualizada.
- c) Potencializar a aprendizagem significativa.
- d) Considerar enfoques de experimentação abertos, mediados pela investigação de situações problemáticas; baseadas nas novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).
- e) Propiciar o uso de procedimentos do trabalho científico, ensinando-lhes estratégias de pensamento crítico e várias técnicas de produção científica.

Do mesmo modo, as concepções filosófica-contemporâneas e epistemológicas da ciência e suas construções, parecem ser coerentes, com as atuais correntes psicológicas cognitivas da educação, como a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Mayer (2009) e a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963, 1981, 2002).

Para Mayer (2005), o conceito de aprendizagem multimídia (*Multimedia Learning*), é a aprendizagem por meio de palavras e imagens, então as palavras incluem o discurso falado e a parte escrita, enquanto as imagens podem ser estáticas (ilustrações e fotos) ou dinâmicas (animações e vídeos), as quais devem cumprir com algumas condições de adição de palavras e imagens, para garantir a aprendizagem. Assim, o princípio multimídia enuncia que as pessoas aprendem mais com o uso de imagens e palavras, do que somente com o uso isolado de um ou de outro.

Assim, Tavares (2007) em Rocha, Leite, Coutinho e De Araujo (2014) acredita que ambientes multimídia podem propiciar situações que facilitam a construção de significados, na medida em que oferecem, ao aprendiz, ferramentas poderosas, as quais ele pode utilizar numa atividade individual e colaborativa. Nesse sentido, a informática educativa pode se colocar como uma ferramenta inclusiva ao estender, a um número maior de pessoas, a possibilidade de conseguir visualizar e abranger fenômenos naturais, facilitando o desenvolvimento da abstração como um processo cognitivo fundamental no ensino das ciências.

Em relação à teoria de Aprendizagem Significativa, Ausubel (2002) é exposto a aprendizagem significativa como o mecanismo humano para adquirir e reservar a imensa quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo do conhecimento. É um processo através do qual, um novo conhecimento é relacionado de maneira não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva do aprendiz.

Para Novak (1997), a aprendizagem significativa subjaz a integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, a qual conduz o engrandecimento humano. Neste sentido, em sua teoria humanística de educação, a aprendizagem significativa contribui para a construção do conhecimento humano, e o faz integrando positivamente pensamentos, sentimentos e ações. Então, os eventos educacionais planejados nesta linha de ideias são ações para mudar sentidos (pensar) e sentimentos entre aprendiz e professor (experiência afetiva).

Portanto, Moreira, Caballero e Rodríguez (1997) consideram que as tendências vigentes, que apontam para um ensino e aprendizagem das ciências de qualidade, se referem a construtivismo e aprendizagem significativa. Ou seja, desta perspectiva, seria possível potencializar a aprendizagem pela visão contemporânea da ciência e da atividade científica.

Contra a necessidade de redimensionar o ensino das ciências, o Programa Internacional de Doutorado em Ensino da Ciências (PIDEC, desde 1999 até a atualidade), representou uma importante iniciativa acadêmica das Faculdades de Ciências Humanidades e Educação da Universidade de Burgos (Espanha) e Instituto de Física da Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil). O PIDEC, desde sua criação, orientou a formação de professores-pesquisadores em ensino de ciências experimentais. A teoria de aprendizagem significativa e as contribuições da psicologia cognitiva contemporânea, eram os principais referenciais teóricos que sustentaram sua proposta (Caballero, 2015).

A produção científica em ensino das ciências, sob a perspectiva de aprendizagem significativa e visões cognitivas atuais, permitiram a melhorar a ensino das ciências na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Espanha, México, Portugal e Venezuela. Mais de trinta doutores graduados pelo PIDEC, acreditam em ensino de ciências e matemática baseada na promoção de uma aprendizagem válida e útil, uma aprendizagem significativa (Caballero, 2015).

O conceito de aprendizagem significativa, originalmente proposto por Ausubel (1963, 1968) e enriquecido por Novak e Gowin (1971, 1981), é subjacente a outras teorias com visões construtivistas, cognitivas ou humanistas. Por esta razão, Moreira (1997) propôs que a aprendizagem significativa é um conceito supra teórico, não obstante, esclarece que é mais útil a visão original ausubeliana.

Moreira (1997, 2016) expõe que algumas teorias cognitivas e humanistas interpretam de maneira superficial e leviana a aprendizagem significativa, que conduzem a temida trivialização da teoria. Além disso, expõe que essas interpretações têm muito mais a ver com uma incorporação superficial do conceito no discurso sobre ensino e aprendizagem, do que com teorizações a respeito ao tema.

Nossa pretensão última com este estudo teórico, é tentar estimar o grau de correspondência destes dois potentes referenciais teóricos, a Teoria de Aprendizagem Significativa e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, com a finalidade de evitar futuras posições antagónicas, que dificultem a fundamentação e compreensão e desenvolvimento, que acredita na *E-learning* para fornecer a formação continuada de professores de ciências na América Latina sob o enfoque epistemológico do laboratório didático das ciências, baseado em Laboratórios Remotos.

### 3- Metodologia

O presente trabalho corresponde uma pesquisa de natureza documental, que em concordância com Suarez (2007), procura a reconstrução de informações para gerar contribuições teóricas, permitindo recriação e redefinição de situações, abordagens e critérios.

O contexto da pesquisa tenta combinar dois referenciais teóricos, tais como a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, no intuito de fortalecer a formação continuada do professor de Ciências, e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Mayer, partindo da necessidade de fornecer um referencial teórico que sustente o atentado desta formação continuada através de *E-learning*. Nesse sentido, o processo concatenado envolvido na pesquisa documental, procura um enriquecimento do sistema mediante um processo divergente, incluindo as seguintes estratégias: aprofundamento, ligação e ampliação (Cellard, A. 2008). Assim, os pesquisadores voltam a examinar o material, a fim de aumentar seu conhecimento, descobrir novos ângulos e aprofundar sua visão, explorar as ligações existentes entre as teorias, tentando estabelecer relações e associações, passando então a combiná-los, separá-los ou reorganizá-los (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Voltados aos objetivos desta pesquisa, foi desenvolvido um levantamento informativo e comparativo de documentos, principalmente livros e artigos de pesquisa arbitrária, produzidos pelos autores das duas teorias, disponibilizadas *on-line* nas bases de dados e as informações geradas no levantamento da informação, foram objetos de análise de conteúdo, análise interpretativa e triangulação crítico-reflexiva. Os aspectos informativos de relevância e interesse dessa pesquisa, foram destacados nos textos, transformados e codificados em tabelas ou diagramas, e interpretados em mapas conceituais e figuras.

Neste sentido, as categorias ou focos de análises desta revisão crítico-refletiva sobre as teorias TAS e TCAM, foram definidos a priori pelos pesquisadores, tais como:

- a) Conceitualização de aprendizagem.
- b) Mecanismos para alcançar a aprendizagem.
- c) Estratégias para facilitar a aprendizagem.

Assim, as análises descrevem as contribuições de cada uma das teorias com respeito aos três focos de revisão, e tenta revelar neste sentido as consistência e possíveis posições antagônicas, elementares na opinião dos autores deste artigo, na seleção destas teorias como referenciais teóricos pedagógicos de pesquisas em ensino de ciências.

### 4- Resultados

Nesta oportunidade, serão apresentados os aspectos teóricos de relevância e interesse da pesquisa, relacionados com os três focos de análise: concepções de aprendizado, mecanismos para o desenvolvimento de aprendizado e estratégias facilitadoras de aprendizagem, em concordância com as contribuições de cada uma das duas teorias cognitivas estudadas.

*Teoria de Aprendizagem Significativa: o que é aprendizagem?*

Ausubel (1983) explicou que a aprendizagem é significativa quando os novos conteúdos são relacionados de modo não arbitrário e substancial (não literal) ao que o aluno já sabe. Nesta relação entende-se que as ideias se relacionam com algum aspecto existente especificamente relevante da estrutura cognitiva do aluno, como uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição.

Neste sentido, quando uma nova informação é conectada com um conceito relevante ("subsunçor") já pré-existente na estrutura cognitiva, as novas ideias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente. Portanto, as novas ideias, conceitos e proposições que são compreendidas, serão incorporadas a estrutura cognitiva do indivíduo.

Certamente, para Ausubel, a característica mais importante da aprendizagem significativa é que, produzir uma interação entre os conhecimentos mais relevantes da estrutura cognitiva e das novas informações (não é uma simples associação), de modo que estas adquirem um significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e substancial, favorecendo a diferenciação, evolução e estabilidade dos subsunções pre-existentes, e consequentemente de toda a estrutura cognitiva. A Figura 1 mostra as características dos tipos de aprendizagem significativa.

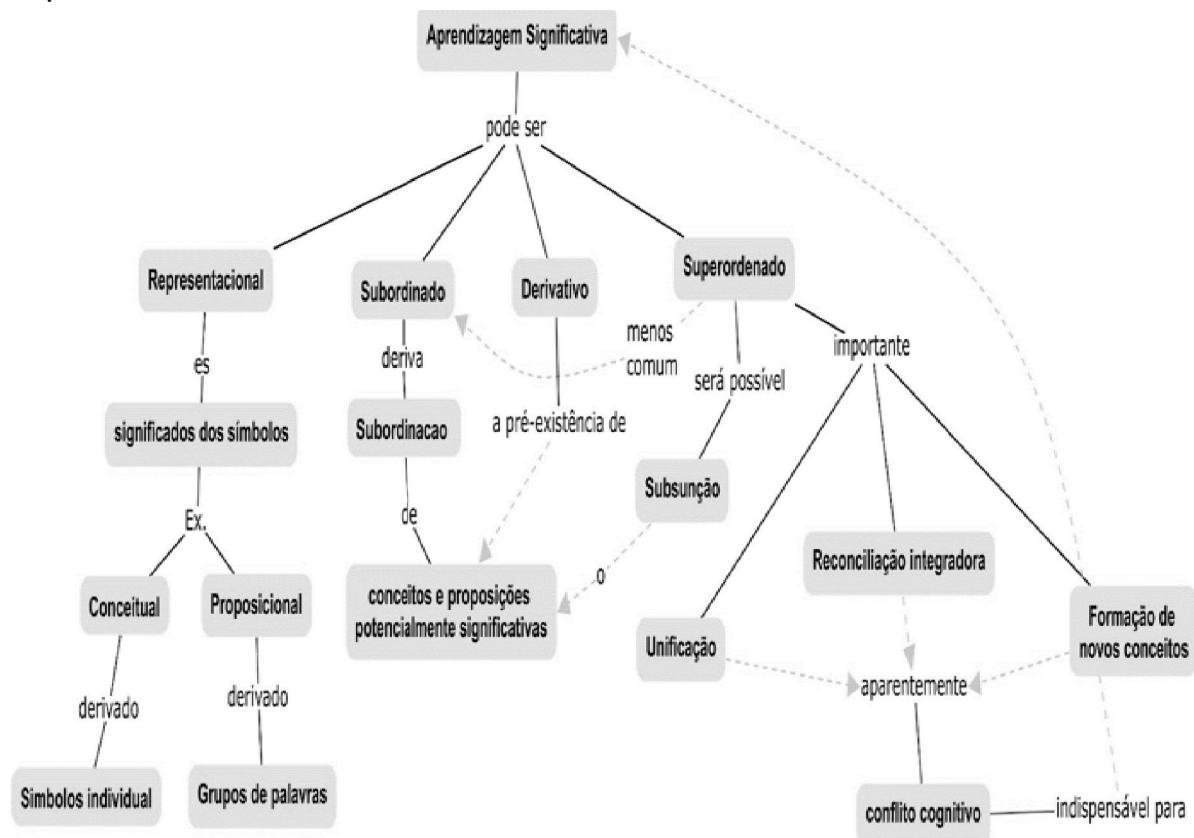


Figura 1. – Mapa conceitual acerca dos tipos de aprendizagem significativa. (Camejo, 2017).

#### 4.1- Aprendizagem Significativa: concepção de Novak e Gowin

Para Novak (1977, 1981), a aprendizagem significativa surge da integração construtivista entre pensamento e ação, o que conduz ao engrandecimento humano. Então, o aprendizado adota uma conotação que vai além da cognitiva, uma conotação humanista. Neste sentido, uma teoria educacional deve considerar que os seres humanos pensam, sentem e atuam, então a teoria deveria ajudar a compreender e melhorar as formas pelas quais as pessoas realizam estas ações.

De tal forma que, Novak (1977, 1981), estabelece que qualquer evento que se considere educativo, é uma ação para mudar significados e sentimentos. Desta maneira, o autor se refere à dimensão cognitiva do aprendiz, e à dimensão humanista relacionada com os sentimentos e emoções, vinculadas no ato educativo entre o professor e o estudante. Neste sentido, o fato

educativo é um processo amplo que envolve os processos cognitivo (intercâmbio de significados) e a experiência afetiva.

Nesta mesma linha de ideais, Gowin (1981) através de sua teoria educacional apresentada em *Educating*, ele propôs um modelo de ensino com uma acentuada ênfase na afetividade, presente na aprendizagem significativa. O modelo descreve uma relação tripla entre professor, materiais educacionais e o estudante. Então, os episódios de ensino e aprendizagem consistem em contínuo intercâmbio de significados entre os componentes deste trio, que procura constantemente a congruência de significados entre si.

Deste modo, de acordo com Ausubel, o ensino-aprendizagem acontece quando o professor intencionalmente atua para mudar os significados de seus estudantes através de materiais potencialmente significativos. Neste ponto, o autor ressalta a importância da predisposição para aprender do estudante, atuando intencionalmente para captar significados dos materiais educacionais, os quais são posteriormente manifestos ao professor através de signos equivalentes, sem reproduzir os conteúdos dos materiais potencialmente significativos.

A Figura 2 representa as interações que acontecem constantemente entre o professor, materiais educacionais e estudantes durante o processo de troca de significados, de acordo com o modelo triádico de Gowin.

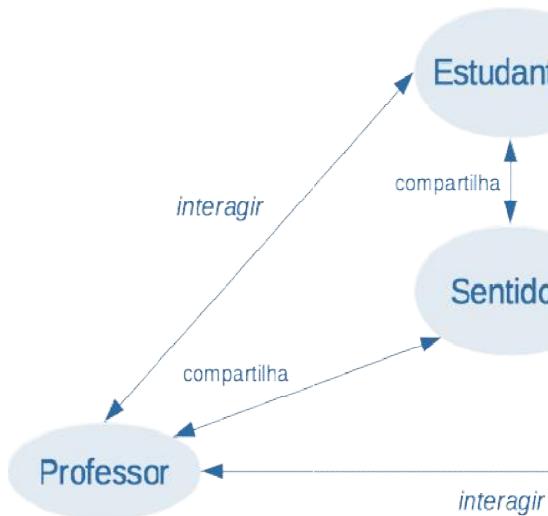


Figura 2. – Modelo triádico educacionais de Gowin. (adaptado de Moreira 2010).

#### 4.2- Aprendizagem Significativa: concepção de Moreira

A noção de Moreira (1997, 2003, 2009) sobre o AS não é muito diferente das anteriores, de fato para ele, o AS é obviamente uma aprendizagem com significado, entendendo que a aprendizagem é significativa quando os novos conhecimentos (conceitos, ideais, proposições, modelos, fórmulas) passam à significar algo para o aprendiz, e ele ou ela são capazes de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver um problema novo, enfim quando comprehende. Deste modo, este aprendizado tem como característica a interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

As novas contribuições de Moreira (2005, 2010) ao AS, tem a ver com o AS e crítico, definida por ele como uma nova perspectiva que permite ao sujeito formar parte de sua cultura e ao mesmo tempo não ser subjugada por ela, por seus mitos e ideologias. Então, segundo o autor, se trata de

uma perspectiva antropológica em relação às suas atividades do grupo social, que permite ao indivíduo participar de tais atividades e ao mesmo tempo reconhecer quando a realidade está se distanciando tanto que já não é percebida pelo o grupo.

### **Teoria de Aprendizagem Multimídia: o que é aprendizagem? A concepção de Mayer**

As investigações sobre a aprendizagem mostram que a aprendizagem significativa depende da atividade cognitiva do aluno durante a aprendizagem e não de atividades comportamental do aluno durante a aprendizagem. Neste sentido, a aprendizagem ativa torna-se em um mecanismo para alcançar a aprendizagem significativa.

Mayer (2009) entende que a melhor maneira de promover a aprendizagem significativa é através de atividades práticas, tais como o programa de multimídia altamente interativo. No entanto, a atividade comportamental não garante um aprendizado cognitivamente ativo. Então é possível participar de atividades práticas que não promovem o processamento cognitivo ativo. Pode-se supor que apresentam o material a um aluno não é uma boa maneira de promover a aprendizagem ativa porque o aluno parece sentar-se passivamente, por exemplo apresentar um longo e enfadonho capítulo de livro ou palestra. No entanto, em outras situações, os alunos podem alcançar aprendizagem significativa através de atividades multimídia, como uma mensagem multimídia. A Tabela 1 apresenta os diferentes tipos de aprendizagem ativa, de acordo com as instruções baixo (ineficiente) ou alta (eficiente).

Tabela 1: Tipos de aprendizagem ativo (tomada de Mayer, 2009).

Instrução	Baixa	Alta
Baixa	Instruções passiva ineficaz: Não promove aprendizagem significativa	Instrução passiva eficaz: Promove resultados de aprendizagem significativas
Alto	Instrução ativa ineficaz: Não promove aprendizagem significativas	Instrução eficaz ativa: Promove resultados de aprendizagem significativa

De acordo com a Tabela 1, a aprendizagem ativa, depende do processamento cognitivo ativo do aluno, então, é importante planejar experiências de aprendizagem que propiciem o processamento cognitivo apropriado. Neste sentido, Mayer acredita em que a aprendizagem feita através de mensagens multimídia podem promover a aprendizagem cognitivo ativa, embora os estudantes parecem ser inativos em seu comportamento, ou seja, as mensagens educativas multimídia bem feitos, podem promover o processamento cognitivo ativo em estudantes aparentemente inativos em quanto a comportamento. Para Mayer (2009), o ensino multimídia se refere à apresentação de materiais usando palavras e imagens, com a intenção de promover a aprendizagem. No caso de Aprendizagem Multimídia, acredita-se que os estudantes podem entender uma explicação quando esta é apresentada por meio de palavras e imagens.

Assim, Mayer (2001, 2009), explica como o planejamento adequado de mensagens multimídia pode promover a aprendizagem significativa, particularmente focada em formas de integrar palavras e imagens. O seja, as pessoas aprendem melhor se o ensino e multimídia e não somente palavras isoladas. Esta simples declaração representa a tese de Mayer, que guiou o desenvolvimento de sua obra *Multimedia Learning* (2001, 2009). Em síntese, na opinião de Mayer, a aprendizagem ativa

pode ser significativa se acontece a partir de um ensino ativo baseado em mensagens multimídia, compostas por palavras e imagens.

Outro elemento fundamental na aprendizagem multimídia e a consideração dos conhecimentos prévios no processo de integração baseada em palavras e imagens, já que envolve a construção de conexões entre partes correspondentes dos modelos pictóricos e verbais, bem como o conhecimento da memória de longo prazo (ver figura 3). Este processo ocorre na memória de trabalho visual e verbal, e envolve a coordenação entre eles. Este é um processo exigente que requer o uso eficiente da capacidade cognitiva. O processo reflete ou resume de fazer sentido, porque o aluno deve se concentrar na estrutura subjacente das representações pictóricas e verbais. O aluno pode usar o conhecimento prévio para ajudar a coordenar o processo de integração, como indicado pela seta da memória de longo prazo para a memória de trabalho.

#### **4.4- Teoria da Aprendizagem Significativa: como a aprendizagem acontece? Substantividade e Não-arbitrariedade**

Ausubel (1968) enfatizou que o novo conhecimento deve ter caráter substantivo e não arbitrário durante seu relacionamento na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando fala de não-arbitrariedade refere-se à qualidade do significado que expressa o material educacional, ou seja, de não estar relacionado arbitrariamente com subsunções da estrutura cognitiva de aprendiz.

Neste sentido, o conhecimento prévio representa uma matriz ideacional e organizativa para disposição do novo conhecimento. Portanto, as novas ideias, conceitos e proposições geralmente são aprendidas de forma significativa, uma vez que estas funcionam como subsunções.

Sobre a Substantividade, Ausubel explica que se refere a sustância do novo conhecimento e ideias que se incorporam à estrutura cognitiva do aprendiz, não para ideias precisamente usadas durante o ensino nos materiais educacionais. Indica que a aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos particulares, mas o mesmo conceito pode ser expressado de diferentes formas, usando signos variados ou grupos destes, equivalentes em termos de significados.

Para ser construtivista nas salas de aula, precisa-se considerar sistematicamente um conjunto de elementos complexos: estudantes, professores e os materiais empregados durante o ensino. Com este complexo panorama e destacando que a teoria da Aprendizagem Significativa se trata de uma teoria de Aprendizagem na aula, Ausubel (1983, 2002) propôs uma série de considerações:

- a) Predisposição do Estudante: se trata da disposição para aprender do estudante, manifestada em sua vontade não arbitrária e não literal de relacionar-se com a estrutura cognitiva dos significados, as quais capta com os materiais educacionais potencialmente significativos do currículo.
- b) Ideias prévias do estudante: este princípio supõe que o professor deve encontrar uma maneira de aproximar as ideias que os estudantes têm sobre o tema a ensinar, de modo que possam ser consideradas como subsunções durante a apresentação de conteúdos novos e de qualidade.
- c) Materiais educacionais: devem ser feitos pelo professor a partir das ideias previas dos estudantes, de modo que possam ser relacionadas com as particularidades da estrutura cognitiva dos estudantes. Por tudo isto, é possível inferir que a estrutura cognitiva do aprendiz se organiza hierarquicamente, facilitada através da diferenciação programática. Portanto, parece lógico organizar deliberadamente o ensino análogo a esta diferenciação programática, procurando a exploração das relações entre conceitos e exaltando as semelhanças e diferenças, potencializando a reconciliação integradora amplamente discutida por Ausubel.

#### **4.5-Teoria de Aprendizagem Multimídia: como a aprendizagem acontece? Imagens e sons.**

A TCAM parte de três princípios da ciência cognitiva relativos à aprendizagem: o sistema humano como processamento da informação, incorporando os canais duplos de processamento visual-pictórico e auditivo. Cada um dos canais tem uma capacidade de processamento limitada (princípio de processamento limitado); a aprendizagem ativa implica a realização de um conjunto coordenado de processos cognitivos durante essa mesma aprendizagem (princípio do processamento ativo). Neste sentido, são apresentados os cinco processos descritos pela teoria: Seleção de palavras relevantes do texto na narrativa apresentada; Seleção de imagens relevantes; Organização de palavras selecionadas em uma apresentação; Organização de imagens expostas em uma apresentação e integração das representações pictóricas e verbais com os conhecimentos pré-existentes.

Para que ocorra a aprendizagem ativa são necessários três processos essenciais: seleção de material relevante, organização do material e sua integração com o conhecimento prévio do aprendiz (Mayer e Wittrock, 2006; Wittrock, de 1989, já em Mayer, 2009). A seleção de material relevante ocorre quando um estudante presta atenção às palavras e imagens apropriadas. Este processo envolve trazer o material deste o exterior ao componente de memória de trabalhando do sistema cognitivo. A organização do material selecionado envolve a construção de relações estruturais entre seus elementos. Este processo ocorre dentro do componente de memória de trabalho do sistema cognitivo. A integração do material selecionado com o conhecimento prévio envolve ligações entre o material de entrada, e as partes relevantes do conhecimento prévio do estudante. Este processo envolve a ativação de conhecimento na memória de longo prazo e trazê-lo para a memória. Na verdade, através de uma mensagem multimídia, os alunos devem prestar atenção a certas palavras e imagens, organizá-los em uma cadeia de causa e efeito e relacionar com seu conhecimento prévio.

A tabela 2 apresenta, na opinião de Mayer (2009), a descrição dos três processos que deveriam acontecer para alcançar aprendizagem ativa.

Tabela 2: descrição dos três processos para a aprendizagem ativa (tomado e traduzido de Mayer, 2009).

Nome	Descrição	Exemplo
<i>Seleção</i>	O aluno presta atenção a palavras e imagens relevantes em uma mensagem multimídia, a fim de criar uma base de palavras e uma base de imagens.	Ao ver uma animação narrada sobre a formação de relâmpagos, o aluno presta atenção a palavras e imagens descrevendo cada um dos passos principais.
<i>Organização</i>	O Aprendiz constrói conexões internas entre as palavras selecionadas, a fim de criar dois modelos coerentes: o verbal e pictórico.	Aprendiz organiza as etapas em uma cadeia de causa e efeito para as palavras e para as imagens.
<i>Integração</i>	Aprendiz constrói conexões externas entre os modelos verbais e pictóricos e com conhecimento prévio.	O aprendiz faz conexões entre os passos correspondentes na cadeia verbal e na cadeia pictórica e justifica as etapas com base em seu conhecimento prévio de eletricidade.

Então é necessário a seleção das palavras e imagens relevantes à sua organização em representações verbais e pictóricas, coerentes à integração das representações imagéticas cada qual com os conhecimentos pré-existentes. No processo de aprendizagem multimídia, os recursos são representados de cinco formas diferentes: palavras e imagens são apresentadas no formato multimídia; como representações acústicas e cônicas na memória sensorial; como sons e imagens na

memória de trabalho; como modo verbal e pictórico na memória de trabalho, e como conhecimento na memória a largo prazo.

Segundo Mayer (2002, 2009), a mente humana funciona de acordo com os cinco processos anteriormente descritos, então, mantém a hipótese de que as pessoas têm mais possibilidade de ter uma aprendizagem multimídia através de (palavras e imagens), em diferença com a aprendizagem mediada apenas pelas mensagens não multimídia. Esta afirmação do autor pode designar-se como princípio multimídia, subjacente em grande parte, ao interesse suscitado pela aprendizagem multimídia.

Neste sentido, uma mensagem educacional multimídia é uma comunicação constituída de palavras e imagens destinadas a promover aprendizagem. A comunicação pode ser transmitida através de qualquer meio, inclusive por papéis (por exemplo, os livros ou o computador), as palavras podem ser impressas ou faladas, as imagens podem ser estáticas (ilustrações ou fotografias) ou dinâmicas. A aprendizagem pode ser mediada por testes de retenção, para recordar a informação apresentada ou através de testes de transferências, procurando o uso da informação na resolução de novos problemas.

Em seguida, o autor propõe os testes de transferência como ferramenta educativa para que as pessoas compreendam aquilo que aprendem. Então, as mensagens multimídia (palavras e imagens), poderiam ajudar no desenvolvimento de processos cognitivos através dos quais as pessoas constroem o aprendizado. De modo que, Mayer através da TCAM propõe quatro critérios fundamentais:

- a) *Plausibilidade Teórica*: é consistente com os princípios da Aprendizagem da Ciência cognitiva.
- b) *Testabilidade*: a teoria gera previsões que podem ser testadas nas pesquisas científicas.
- c) *Plausibilidade empírica*: a teoria é consistente com as provas obtidas nas pesquisas empíricas sobre aprendizagem multimídia.
- d) *Aplicabilidade*: a teoria é relevante para as necessidades educacionais, no sentido de uma melhor concepção das mensagens educacionais multimídia. Em consequência, a Figura 4 expõe os pressupostos subjacentes desta teoria: canais duplos, capacidade limitada e processamento ativo.

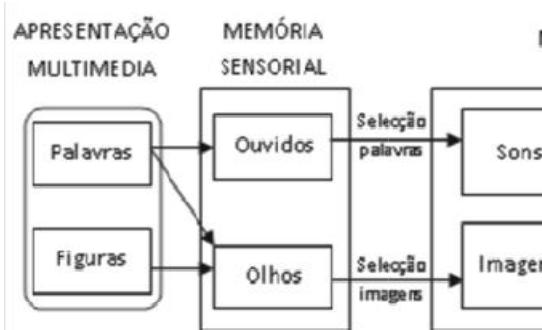


Figura 4. – Pressupostos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002).

O pressuposto de canais duplos, tem implícito que os seres humanos possuem diferentes canais de processamento de informações, transmitidas em termos visuais ou auditivos. Este pressuposto está ligado com a TCAM, já que postula que o sistema de processamento de informação do ser humano tem um canal visual/pictórico e um auditivo/verbal. Neste sentido, quando a informação é

visual (por exemplo, através de ilustrações, imagens, vídeos ou textos), o humano começa a processa-la no canal visual. Quando a informação apresentada é sonora (por exemplo, uma narração ou sons não verbais), os humanos processam a informação no canal auditivo.

#### **4.6- Teoria da Aprendizagem Significativa: como facilitar a aprendizagem? Predisposição, ideias prévias e facilitação do aprendizado.**

Evidentemente, o ensino baseado nos princípios da Aprendizagem Significativa, poderia gerar interações cognitivas substantivas e não arbitrárias entre os materiais educacionais potencialmente significativos da estrutura cognitiva do aprendiz, construindo diversos tipos de aprendizagens. Segundo Ausubel, as aprendizagens podem ser: mecânica, significativa representacional, significativa conceitual ou significativa proposicional. E assim como a acomodação da estrutura cognitiva do estudante é condizente à organização hierárquica do conhecimento em termos de abstração, generalidade e inclusão, faz sentido uma didática que leve em conta o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo, a consolidação, o uso de organizadores prévios que mostrem a diferenciação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos. Neste sentido, é conveniente apresentar os quatro princípios programáticos propostos por Ausubel para a facilitação da aprendizagem significativa, através da figura 5, um mapa conceitual.

A figura 5 Interpretação dos princípios de Aprendizagem Significativa

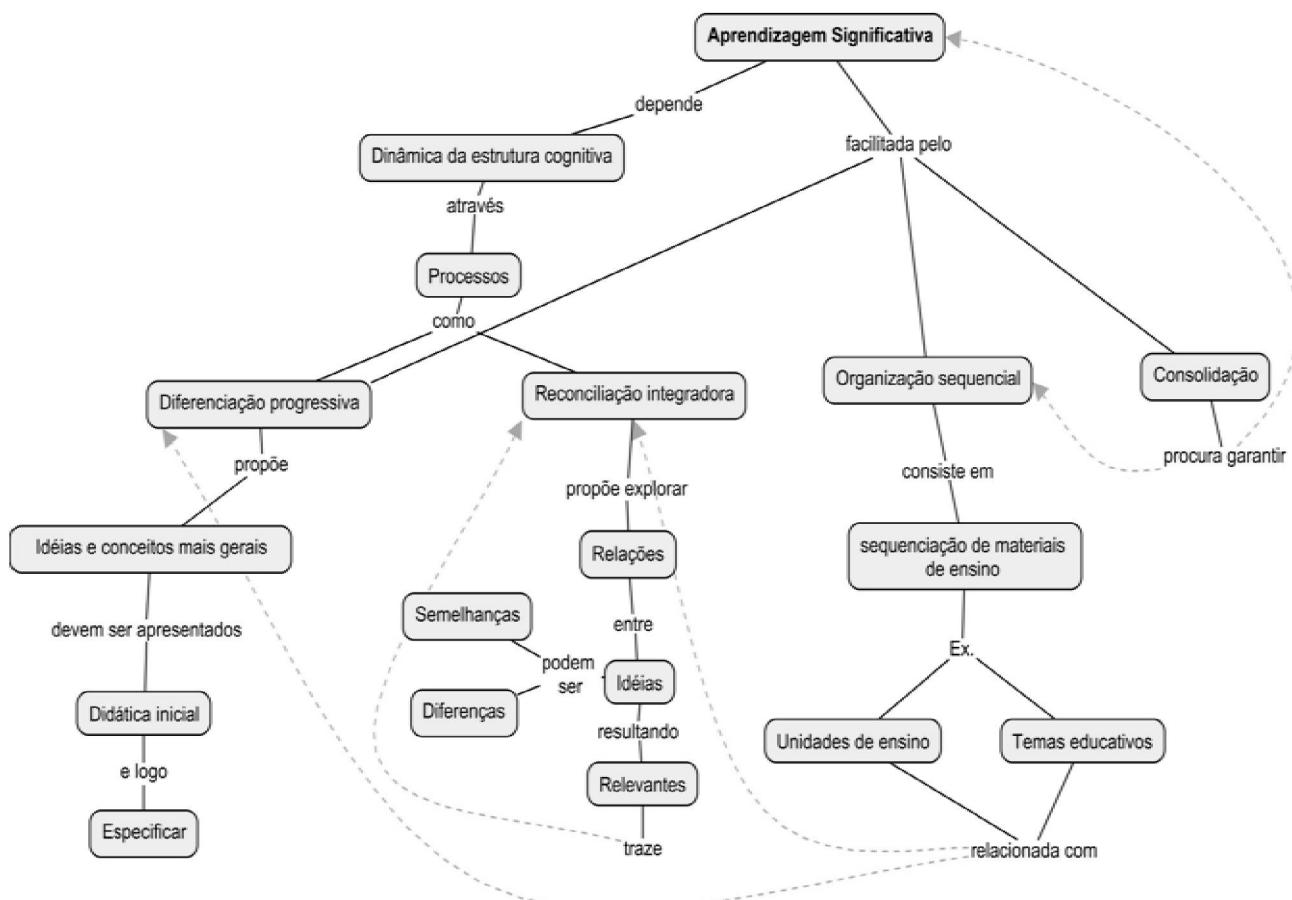


Figura 5. – Mapa conceitual sobre os princípios de Aprendizagem Significativa: diferenciação programática, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. (Desenho e interpretação: Camejo, 2017).

Por isso, é possível inferir que a estrutura cognitiva do aprendiz se organiza hierarquicamente, facilitada através da diferenciação progressiva e a reconciliação. Portanto, parece lógico organizar deliberadamente o ensino análogo a esta diferenciação programática, procurando a exploração das relações entre conceitos e exaltando as semelhanças e diferenças, potencializando a reconciliação integradora amplamente resenhada por Ausubel.

Moreira (2012) concorda que as matérias educacionais potencialmente significativas devem ser relacionadas à estrutura cognitiva do aprendiz para tornar esse relacionamento não-arbitrário e não literal. Neste sentido, os materiais educacionais só podem ser potencialmente significativos, sendo não significativos de fato: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, já que os significados estão nas pessoas, não nos materiais. Deste modo, é o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem.

Moreira (2005, 2006, 2010), propõe onze princípios que deveriam ser levados em conta durante o planejamento e execução de uma ensino que aponte para a facilitação da Aprendizagem Significativa e Crítica, ou seja, que possa potenciar a aceitação das incertezas, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, e as definições absolutas. Neste sentido, os princípios são apresentados a seguir:

1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (Princípio do conhecimento prévio).
2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (Princípio da interação social e do questionamento).
3. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (Princípio da não centralidade do livro de texto).
4. Aprender que somos observadores e representadores do mundo. (Princípio do aprendiz como observador/ representador).
5. Aprender que a linguagem está totalmente implícita em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (Princípio do conhecimento como linguagem).
6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (Princípio da consciência semântica.);
7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (Princípio da aprendizagem pelo erro).
8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (Princípio da des-aprendizagem).
9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (Princípio da incerteza do conhecimento.);
10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (Princípio da não utilização do quadro-de-giz).
11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. (Princípio do abandono da narrativa).

#### **4.7- Teoria de Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras.**

A TAS está distante de propor uma receita para favorecer a aprendizagem significativa e esclarece que não pode ser padronizada a forma de ensino potencialmente significativa. Mais

existem algumas estratégias, sequencias e atividades de ensino que fundamentadas na TAS, poderiam gerar contribuições na facilitação do aprendizagem significativa: Mapas conceituais, V de Gowin, Unidades Didáticas Potencialmente Significativas e Atividades colaborativas. A Saber:

a) Os Mapas conceituais (Novak e Gowin, 1984; Moreira, 2006) são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles. São muito úteis na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa de conceitos e na própria conceptualização.

Neste sentido,Camejo e Diez (2014) acreditam que o êxito desta estratégia precisa fundamentalmente do treino continuo na construção dos mapas, apresentação constante de informação nova e de qualidade que seja relevante para os estudantes, então, precisa ter ligações com suas realidades, necessidades e situações problemáticas. Finalmente, outra garantia do êxito desta estratégia na facilitação de AS tem que ver com o processo interativo continuo entre os estudantes e professor, dando pé ao processo constante de reflexão, reconsideração e socialização de sentidos.

b) Os Diagramas V (Novak e Gowin, 1984; Gowin e Alvarez, 2005; Moreira 2006) são instrumentos heurísticos enfatizando a interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico) na produção de conhecimentos a partir de questões-foco, são também tidos como facilitadores da aprendizagem significativa.

O dinamismo que subjaz as interações de natureza conceptuais e metodológicas evidenciadas na construção das V de Gowin, contribuem na resolução de problemas, constituindo de acordo com a TAS com uma evidencia de aprendizagem significativa (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Flores, Concensa e Moreira 2011). Então, a V heurística ou epistemológica se converte numa valiosa estratégia didática teórico para potenciar e tentar perceber a ocorrência do AS na complexidade da sala de aula.

c) As Unidades Educacionais Potencialmente Significativas (UPES) são sequências didáticas que partem do conhecimento prévio dos estudantes, situações problemas contextualizadas, diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação. Elas são teoricamente fundamentadas na Teoria de aprendizagem significativa de Ausubel 2003; de educação de Novak e Gowin 1984 e Aprendizagem significativa e Crítica de Moreira 2005, 2010, e, por isso, com maior potencial de êxito na facilitação da aprendizagem significativa.

Na opinião de Camejo e Diez (2014) a construção das UEPS deve levar em conta três aspectos fundamentais: consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes; das inquietudes, necessidades e situações problemáticas reais, com diversos níveis de complexidades, expressadas pelos estudantes e professores; e planejada em função dos onze princípios de Aprendizagem Significativa e Crítica propostos por Moreira (2011), exaltando a necessidade de desenhar diversos matérias educacionais, com informação relevante y de qualidade, bajo diferentes formatos.

d). As atividades colaborativas, apresentam uma importante estratégia de ensino porque viabilizam a interação social e a negociação de significados, durante o processo de aprendizagem. presenciais ou virtuais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. Mas isso não significa que uma aula expositiva clássica não possa facilitar a aprendizagem significativa. É bem verdade que o ensino expositivo tradicional normalmente promove a aprendizagem mecânica.

De acordo com Rogoff (1998), as potencialidades da dimensão interpessoal são identificadas como sistemas de desenvolvimento entre as pessoas, na medida que estes pode-se comunicar e coordenam esforços para participar em atividades educacionais, cultural e social. Deste modo, o

aprendiz se inserta e desenvolve na comunidade, avançando em suas habilidades e entendimento através da participação e interação com outros em atividades coerentemente organizadas.

Neste sentido, as atividades colaborativas-cooperativas representam um espaço idôneo no desenvolvimento das interações sociais, o intercâmbio de significados e internalização. Por tanto, é fundamental que o professor-mediador use suas potencialidades para favorecer aprendizagens significativas, através da construção de uma didática substantiva e não arbitrária.

#### **4.8- Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia: como facilita a aprendizagem?**

Segundo Mayer, para que ocorra a aprendizagem multimídia o aprendiz deve desenvolver cinco processos:

- 1) Seleção de palavras relevantes para processar na memória de trabalho.
- 2) Seleção de imagens relevantes na memória visual.
- 3) Organização das palavras selecionadas em modelo verbal.
- 4) Organizar as imagens no modelo pictórico.
- 5) Integrar as representações verbal e pictórica com os conhecimentos prévios.

O autor enfatiza que a ocorrência dos cinco processos não é de forma linear, mas o aprendiz deve coordenar cada um dos cinco passos para obter sucesso na aprendizagem. A tabela 3, mostra uma síntese dos processos cognitivos requeridos para desenvolver uma aprendizagem multimídia.

Tabela 3. - Síntese dos processos cognitivos da Teoria da Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002)

<b>Processo</b>	<b>Descrição</b>
1. Seleção de palavras	O aprendiz presta atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para criar sons na memória de trabalho.
2. Seleção de imagens	O aprendiz presta atenção a imagens relevantes de uma mensagem multimídia para criar imagens na memória de trabalho.
3. Organização das palavras	O aprendiz estabelece ligações entre as palavras selecionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho.
4. Organizar as imagens	O aprendiz estabelece ligações entre as imagens selecionadas para criar um modelo pictórico coerente na memória de trabalho.
5. Integração	O aprendiz estabelece ligações entre os modelos verbal e pictórico com os conhecimentos pré-existentes.

Além de isso, Clark e Mayer (2011) consideram que os espaços para ensino não só podem apresentar a informação que os estudantes precisam aprender, mas também devem permitir que o aluno possa tomar o sentido do material educacional. Da mesma maneira, a seleção de imagens e gráficos irrelevantes no texto, podem restringir o aprendizado. De fato, as pesquisas em aprendizagem multimídia falam da necessidade de criar conjuntamente imagens, textos, gráficos e sons, já que em conjunto criariam significados no aprendiz.

## 5- Discussão e análises teórico-comparativa

As análises teórico-comparativas, crítica e reflexiva de ambas as teorias nos permitiu estabelecer uma estimativa do grau de correspondência entre a TAS e a TCAM. Neste sentido, da triangulação crítica e reflexiva derivam as seguintes enunciações, úteis para os fins traçados.

- 1) A predisposição para aprender do estudante é um elemento de suma importância no processo de aprendizagem deste as perspectivas multimídia de Mayer e significativa de Ausubel.
- 2) Na atualidade, os pesquisadores em ensino das ciências acreditam que o conhecimento prévio, representa o elemento influente para potencializar a Aprendizagem. De acordo com Ausubel, este é o fator mais influente no ensino, portanto, é a primeira coisa que um professor deve tentar saber antes de qualquer iniciativa didática. Para Mayer, os estudantes podem usar seus conhecimentos prévios para ajudar o processo de integração das aprendizagens na memória ao longo prazo.
- 3) Na aprendizagem multimídia se considera que a mente humana funciona com dois canais de processamento de informação, através dos quais, é possível apresentar dois vezes a mesma informação, em diferentes formatos (verbal e pictórico) e assim, favorecer aprendizagem significativa. Não obstante, isso pode ser entendido como uma simplificação de seu funcionamento, que não contribui para a compreensão sistêmica, contínua, social e afetiva da mente humana e consequentemente, de seus mecanismos de aprendizagem.
- 4) A TCAM acredita que os significados são percebidos pelos estudantes das imagens e animações. Em correspondência com o princípio de substantividade da TAS, os significados são construídos pelas pessoas e não estão em materiais educacionais. Portanto, os materiais educacionais potencializam a aquisição de significados, não os contém.
- 5) O princípio de “capacidade limitada” da TCAM, está ligado a quantidade de informação que pode ser processar em cada canal ao mesmo tempo, ou seja a uma capacidade de percepção e processamento de informação, e não aos complexos processos cognitivos, contínuos e sistemáticos que se desenvolvem de maneira não arbitrária e substantiva, em função dos interesses particulares do aprendiz e de suas interações sociais.
- 6) A concepção de aprendizagem da TCAM poderia fornecer a concepção “individualista”, já superada da aprendizagem, perdendo de vista, a importância das dimensões emocionais propostas por Novak e Ausubel, pois resulta indispensável durante a aprendizagem o estabelecimento de relações do aprendiz com seus pares, o seja, professor, colegas, matérias educacionais e contexto em geral.
- 7) Potencializar e favorecer a aprendizagem significativa exige desenhar diversos materiais educacionais de qualidade e com informações relevantes, novas e pertinentes. Os áudios e imagens apenas formam parte da variedade de materiais educativos. Certamente, sozinhos não poderiam favorecer a aprendizagem significativa.
- 8) De acordo com a TAS, os papéis principais durante o processo de aprendizagem são atribuídos ao estudante, sua participação durante a interação com os materiais educacionais, o estabelecimento das relações com os pares e professor, entre outros, durante a construção de seus sentidos.
- 9) Não considerar os conhecimentos prévios no início do ensino, poderia conduzir a uma desastrosa e redundante situação de ensino e aprendizagem em que o professor desenha materiais educacionais baseados nas últimas tecnologias da informação, em suas ideias sobre o que o estudante ”deveria aprender” e avaliados por outros professores. Finalmente, a informação descontextualizada é recebida pelos estudantes, que tendem a proceder de maneira

mecânica a satisfazer seus professores, através da reprodução de determinadas informações em avaliações.

- 10) Facilitar a aprendizagem significativa precisa romper com as tradicionais falácias didáticas, para centrar no estudante, no que ele já conhece, o que ele precisa e quer aprender. Como fazê-lo escapa ao espírito deste artigo. E ainda, tentar impô-la seria totalmente incompatível com as particularidades dos estudantes, seus conhecimentos prévios, seus interesses e seus contextos em geral.

## 6- Considerações finais

- 1) A teoria da Aprendizagem Multimídia representa um referencial teórico de utilidade que pode ser usado na construção de materiais educacionais com formato multimídia, embora não considere ao conhecimento prévio deste o início do ensino, o seja, neste o planejamento das mensagens multimídia.
- 2) A descrição dos processos cognitivos propostos por Mayer para o desenvolvimento da aprendizagem multimídia não são consistentes com os processos propostos por Ausubel, ou seja, não levam em conta a dinâmica da estrutura cognitiva humana representadas pela diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
- 3) Embora Mayer (2009) use o termo "*Meaningful Learning*", para referir-se às aprendizagens derivadas das aprendizagens multimídia, tal é feita de maneira superficial, sem gerar novas teorizações ou conceitualizações da Teoria de Aprendizagem Significativa, aprofundando com sua temida "trivialização".
- 4) Se bem que a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) representam dois potentes referenciais teóricos-pedagógicos para superar as limitações da ensino de ciências na atualidade, na opinião dos autores de este artigo, a TCAM não incorpora suficientes elementos da TAS, gerando inconsistências e posturas antagônicas entre as duas teorias.

## 7- Implicações

Considerar dos referenciais teóricos no desenvolvimento de uma pesquisa em ensino das ciências e matemática, que apresentem visões epistemológicas distintas quanto a suas concepções de aprendizagem, formas de ocorrência e métodos para facilitá-lo, poderia conduzir a uma situação antagônica desfavorável no processo de compreensão, elucidação e análises dos resultados, e por tanto, limitaria suas potenciais contribuições na área de pesquisa.

## 8- Referências bibliográficas

- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona.
- Ausubel, Novak e Hanesian, D. (1983) TEORIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2º Ed. TRILLAS México. [http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje\\_significativo.pdf](http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_significativo.pdf)

Autora 1 e Diez, D. (2014). Aprendizaje Significativo Crítico de contenidos de Educación para la Salud en estudiantes de biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Venezuela. *Investigações em Ensino de Ciências IENCI* – V19(3), pp. 593-610, 2014. Disponível: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/75/50>

Bachelard, G. (1991). La filosofía del No. Lisboa: Presença.

CELLARD, A. (2008). A análise documental. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes.

Caballero, C. (2015). PIDEC. Una experiencia de investigación en enseñanza de las ciencias. IN. Revista Electrónica d'Investigación, Innovación Educativa y Socioeducativa, V. 3, n. 1, PAGINES 93-106. Consultado en [http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3\\_num1/caballero/index.html](http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/caballero/index.html) Acceso (12-05-2016).

Clark, R. & Mayer, R. (2011). E-Learning and the Science of Instruction (3rd ed.) San Francisco: Pfeiffer.

Flores J., Caballero, M., y Moreira, Marco Antonio (2011). "Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL / IPC". Revista de Investigación N° 73. Vol. 35. Mayo-Agosto. Disponible: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/revistadeinvestigacion/article/view/3398>

Greca, E., Meneses, J. e Diez, M. (2017). A formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, N° 2, 231-256.* Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_2\\_4\\_ex1068.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_4_ex1068.pdf)

Gowin, D.B. (1981). Educating. Ithaca, NY, Cornell University Press.

Mayer, R. Multimedia learning. New York: Cambridge University Press, 2001.

Mayer, R. (2002). Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. Acceso: 3 mar 2016. Disponível:[http://webhosting.bombyte.org/~joao.gama/guilhermina/m3/Mod3G2/Mayer\\_TCA\\_Multimedia.pdf](http://webhosting.bombyte.org/~joao.gama/guilhermina/m3/Mod3G2/Mayer_TCA_Multimedia.pdf)

Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice*, 41, 226–232.

Mayer, R. (2009). Multimedia Learning. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York. SecondEdition. ISBN-13 978-0-511-50070-1

Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L.(1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44. Traducción de Mª Luz Rodríguez Palmero.

Moreira, M.A. (2003). Lenguaje y Aprendizaje Significativo. IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Alagoas: Brasil.

Moreira, M. (2005), Aprendizaje significativo crítico (Criticalmeaningfullearning)Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación [en linea]: [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>>ISSN 1579-3141-

MOREIRA, M. A. 1 Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007. Uma versão preliminar e reduzida desta conferência foi apresentada no I Encontro Nacional de Aprendizagem

Significativa, Campo Grande, MS, Brasil, abril de 2005. Em ambos os casos, o texto correspondente está publicado nas respectivas Atas.

Moreira e Massoni. (2009). Bases Epistemológicas para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias. Epistemología del siglo XX. Porto Alegre. Acceso: 21 fevereiro de 2016. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios9.pdf>

Moreira, M.A. (2010). Aprendizaje significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS

MOREIRA, M. A. (2012) Al final qué es aprendizaje significativo? Revista Qurriculum, La Laguna, n.25, p.29-56.

MOREIRA, M. A. (2016). Conferência de encerramento: *Aprendizagem Significativa e Crítica*, do 6 Encontro Nacional de Aprendizagem Significativo. Tatuapé, SP. Brasil. Novembro de 2016. O texto correspondente será publicado na Atas do encontro.

Sessa, P. e Frateschi, S. (2017). Interações dialógicas no ensino de Biologia: modos semióticos e o processo de construção de significados nas atividades de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 2, 173-195.* Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_2\\_1\\_ex1031.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_1_ex1031.pdf)

Rocha, R., Leite, A., Coutinho, F e Araujo, C. (2014). Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem. *Revista Ciencia e Educação, Bauru, v. 20, n. 4, p. 1003-1017.* Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n4/1516-7313-ciedu-20-04-1003.pdf>

UNESCO (1997). LA EDUCACION CIENTIFICA, UN APRENDIZAJE ACCESIBLE A TODOS. Acceso: 22 mai 2016. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001106/110684s.pdf>

Nieda J, Macedo B. (1997).El currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos-UNESCO. Acceso: 8 abril 2016. Disponible en: <http://campus-oei.org/oeivirt/curricie/curri07.htm>

Queiroz, G., Da Silva, A., Dos Santos, F., Machado, M., Do Nascimento, S., Ostermann, F., Pinheiro. (2012).Ensino de Ciências de qualidade na perspectiva dos professores de nível médio: construindo uma comunidade de pesquisadores 2012 <http://dx.doi.org/10.21713/2358-2332.2012.v9.288> RBPG, Brasília, v. 9, n. 16, p. 231 - 258, abril de 2012.

Rogoff, B. Título del Capítulo "Capítulo 6: Observando la actividad sociocultural em tres planos: apropiación participatoria, participación guiada y aprendizaje". Texto: Estudios socioculturales de la Mente. (1998). Editora Artmed, Porto Alegre

Suárez, N. (2007). La investigación documental paso a paso. Revista Saber, ULA-Venezuela. Acceso: 21 julio 2016. Disponible online en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/15587/1/investigacion-paso-paso.pdf>