

A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO SUBSÍDIO PARA A FASE COGNITIVA DA TEORIA A MATEMÁTICA NO CONTEXTO DAS CIÊNCIAS

THE MEANINGFUL LEARNING THEORY AS GROUNDING FOR THE COGNITIVE PHASE OF THE THEORY MATHEMATICS IN THE CONTEXT OF SCIENCE

Gabriel Loureiro de Lima¹ 

Eloiza Gomes² 

Barbara Lutaif Bianchini³ 

Resumo

O objetivo desta pesquisa bibliográfica, tendo como fontes textos de autoria ou supervisionados pela investigadora mexicana Patricia Camarena Gallardo, responsável pela elaboração da Teoria A Matemática no Contexto das Ciências (TMCC), referencial direcionado ao estudo dos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em cursos de graduação que não visam formar matemáticos, é caracterizar uma das fases que compõem tal quadro teórico – a cognitiva – e explicitar as vinculações entre o que é inerente a ela e os elementos de seu principal subsídio: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e seus colaboradores. Pode-se salientar a coerência de, na fase cognitiva da TMCC, considerar-se a Aprendizagem Significativa como principal subsídio, uma vez que se analisam as potencialidades de uma abordagem contextualizada da Matemática (fator externo) e de que forma esta se relaciona à potencialização de fatores internos cognitivos e afetivos-sociais que podem influenciar no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Educação Matemática. Ensino Superior. Formação de Não Matemáticos. Contextualização. Análises cognitivas.

Abstract

The purpose of this bibliographical research, using as sources texts authored or supervised by Mexican researcher Patricia Camarena Gallardo, responsible for the elaboration of the Theory Mathematics in the Context of Sciences (TMCC), a reference directed to the study of teaching and learning processes of Mathematics in undergraduate courses that do not aim to train mathematicians, is to characterize one of the phases that make up this theoretical framework - the cognitive phase - and explain the links between what is inherent to it and the elements of its main subsidy: the Theory of Meaningful Learning of Ausubel and his collaborators. We can emphasize the coherence of considering Meaningful Learning as the main subsidy in the cognitive phase of TMCC, since we analyze the potential of a contextualized approach to Mathematics (external factor) and how it relates to the enhancement of internal cognitive and affective-social factors that can influence the development of meaningful learning.

Keywords: Mathematics Education. Higher Education. Training of Non-mathematics. Contextualization. Cognitive Analysis.

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

² Instituto Mauá de Tecnologia

³ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Introdução

A preocupação em refletir acerca dos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, inicialmente na Engenharia, e posteriormente, de forma mais geral, em qualquer curso de graduação no qual a Matemática está presente, mas o objetivo não é formar matemáticos, motivou a pesquisadora mexicana Patricia Camarena Gallardo a desenvolver no Instituto Politécnico Nacional do México, a partir do início década de 1980, uma linha de investigação denominada *Matemática Social* e em seu domínio a *Teoria A Matemática no Contexto das Ciências* (TMCC). Esta organiza-se em cinco fases interdependentes, a saber: *curricular, epistemológica, didática, docente e cognitiva*, por meio das quais busca-se enfrentar problemáticas relacionadas a diferentes aspectos, sinalizados pelas denominações das fases, que ganham relevo nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática no ensino superior especificamente nos cursos aos quais essa ciência está a serviço.

Adotam-se, neste quadro teórico, conforme Camarena (2011), os seguintes paradigmas:

(I) *A Matemática é uma ferramenta de apoio e uma matéria formativa*, o que implica que a formação a ser dada ao estudante deve capacitá-lo a aplicar o conhecimento matemático de forma interdisciplinar em sua futura atividade profissional; a desenvolver habilidades de pensamento, bem como uma atitude científica, crítica e analítica; e a inserir-se na vida social em seus diferentes âmbitos (econômico, cultural, social, político e emocional);

(II) *A Matemática tem uma função específica no nível superior* e, portanto, a formação a ser dada ao estudante deverá apoiá-lo na construção de conhecimentos específicos da Matemática deste nível educacional;

(III) *Os conhecimentos nascem integrados* e, então a formação universitária deverá possibilitar aos estudantes que estejam mais preparados para enfrentar com êxito seus estudos e sua vida profissional.

Além disso, ainda conforme postula Camarena (2011), do ponto de vista filosófico educacional, assume-se que, em seu processo formativo no ensino superior, o estudante deve ser capacitado para fazer a transferência dos conhecimentos da Matemática para as áreas que os requerem, favorecendo, desta forma, o desenvolvimento de competências⁴ profissionais e laborais.

Em suas diferentes obras a respeito da TMCC, trabalhos estes realizados ou supervisionados por ela, Camarena ressalta que cada uma das fases do referencial por ela

⁴ “As competências são os alicerces do futuro profissional para enfrentar uma situação-problema fazendo uso da integração de toda sua bagagem de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que são mobilizados em suas estruturas cognitivas” (CAMARENA, 2011, p. 114).

desenvolvido possui subsídios teóricos específicos, consonantes aos paradigmas e ao pressuposto filosófico educacional da Teoria, além de metodologias ou procedimentos metodológicos a elas vinculados. Analisando textos acessados por meio de pesquisas na *Web* ou a nós enviados diretamente pela autora entre 2015, quando iniciamos investigações subsidiadas pela TMCC, e seu falecimento, em setembro de 2020, notamos que no caso da fase cognitiva, embora haja alguns subsídios teóricos gerais, há outros específicos, que não foram mencionados na Teoria e que dependem do objetivo da investigação que o pesquisador desenvolve. Não há também uma metodologia ou uma série de procedimentos metodológicos padronizados a serem seguidos; mais uma vez, estes dependem do que se pretende com a pesquisa a ser realizada.

Neste artigo, nosso objetivo é, recorrendo a uma pesquisa bibliográfica, na concepção de Lakatos e Marconi (2021), realizada tendo como fontes textos de autoria de Camarena ou que tenham sido por ela supervisionados, caracterizar a fase cognitiva da TMCC para, em seguida, explicitar as vinculações entre o que é inerente desta fase e os elementos de seu principal subsídio: a Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel, médico psiquiatra de formação, mas que dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional, tendo, após sua aposentaria como professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova York, voltado a dedicar-se à psiquiatria. A partir deste retorno de Ausubel à sua primeira área de formação, o educador Joseph Donald Novak, professor Emérito da Universidade de Cornell e que desenvolveu, na década de 1970, a teoria subjacente aos Mapas Conceituais, foi quem passou a elaborar, refinar e divulgar a Teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 1995). É por esta razão que, neste texto, iremos nos referir a Ausubel e seus colaboradores como autores deste referencial.

A fase cognitiva da TMCC

Neste trabalho, nos atemos à fase cognitiva da TMCC, mas, uma vez que, como afirmam Lima, Bianchini e Gomes (2019), as cinco fases da Teoria não são isoladas e tampouco independentes das condições sociológicas dos atores presentes no processo educativo, se considerarmos os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em cursos de graduação que não visam à formação de matemáticos, perceberemos que nestes estão presentes aspectos de cada uma das fases que, conseqüentemente, interatuam. Tendo isto em conta, para iniciarmos nossas considerações, convém apresentar alguns aspectos relativos às fases curricular, epistemológica, didática e docente:

na *fase curricular* o principal objetivo é a construção [...] de um currículo de Matemática para a graduação em questão que seja objetivo e valorize a

vinculação curricular interna (entre as disciplinas matemáticas e não matemáticas do curso), a vinculação curricular externa (entre a educação básica e a graduação e entre a graduação e a pós-graduação), assim como a vinculação entre a universidade e o futuro cotidiano profissional do estudante. A *fase didática* contempla o Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo), que tem como principal ferramenta de trabalho os eventos contextualizados (problemas ou projetos que desempenham o papel de entes integradores entre as disciplinas matemáticas e não matemáticas do curso) [...]. Na *fase epistemológica* o objetivo principal é compreender como, do ponto de vista epistemológico estão relacionados a Matemática e problemas específicos de outras áreas do conhecimento que necessitam das ferramentas dessa ciência. Também no âmbito desta fase considera-se o que Camarena (2001) denomina de transposição contextualizada, constructo teórico por meio do qual busca-se analisar como a Matemática aprendida pelos estudantes sofre transformações para adaptar-se ao que é requerido por outras ciências. Na *fase docente* busca-se estruturar como formar o professor para trabalhar com o currículo construído na fase curricular (LIMA; BIANCHINI; GOMES, 2019, p.189).

Para mais detalhes a respeito de cada uma dessas quatro fases que não se constituem como objeto de estudo neste artigo, sugerimos consultar Camarena (2002; 2004; 2010; 2012; 2013a; 2013b; 2017), Camarena e González (2001), Camarena e Flores (2012) e Camarena e Muro (2012). Convém ressaltar que a TMCC pode ser empregada tanto por pesquisadores, que no âmbito de cada uma de suas fases, realizam investigações acerca de questões de diferentes naturezas atinentes aos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em cursos que não visam à formação de matemáticos, quanto por docentes que lecionam em tais cursos, para os quais os pressupostos de cada uma das fases indicam estratégias que os oportunizam compreender: de que maneira as disciplinas matemáticas que integram a matriz curricular de determinado curso estão vinculadas às não matemáticas (fase curricular); como a Matemática se relaciona, do ponto de vista epistemológico, à área de conhecimento específica do curso (fase epistemológica); como elaborar e implementar situações de ensino contextualizadas (fases epistemológica e didática); como identificar aspectos cognitivos que podem impactar positiva ou negativamente no trabalho com uma abordagem contextualizada da Matemática (fase cognitiva); e que conhecimentos docentes devem buscar desenvolver para, durante as aulas que ministram, articular a Matemática com a futura área de atuação profissional do graduando (fase docente).

Em relação especificamente à fase cognitiva, segundo Camarena (2010), estudos relacionados a ela começaram a ser desenvolvidos a partir de 1992. Como salientam Camarena e Trejo (2011, p. 131), as investigações na esfera desta fase têm como principal intuito “analisar os processos cognitivos dos estudantes perante a construção de conhecimentos de várias ciências que se encontram vinculadas por meio da resolução de eventos contextualizados”. As autoras enfatizam que:

[...] lidar com eventos contextualizados nas ciências nas quais a Matemática deve ser aplicada para resolvê-los é uma tarefa complexa para aqueles cuja

formação não é em Matemática, pois requer processos cognitivos como a integração de conhecimentos (matemáticos e contextuais) e a realização de atividades cognitivas de análise diante de conhecimentos explícitos e implícitos no evento a ser tratado. Aprender Matemática, entre outros aspectos, implica que o aprendiz é capaz de integrar em sua estrutura cognitiva a vinculação entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, em várias dimensões, e utilizá-las para resolver eventos específicos em sua área de formação profissional. Assim, na construção do conhecimento integrando diferentes ciências, é importante saber, do ponto de vista cognitivo, o que acontece com os estudantes quando trabalham em eventos contextualizados (CAMARENA; TREJO, 2011, p. 182).

A partir de considerações apresentadas por Camarena e Muro (2012), pode-se dizer, em resumo, que as investigações cognitivas subsidiadas pela TMCC requerem a caracterização da estrutura matemática vinculada a determinado objeto matemático em um contexto extra matemático específico, incluindo aí os conceitos oriundos da vinculação da Matemática com esse contexto em particular. Os autores salientam que essas investigações se caracterizam como estudos da interdisciplinaridade sob a explicitação e a análise dos seguintes aspectos: (i) os elementos diretamente relacionados ao conceito matemático em questão; (ii) os elementos presentes no contexto extra matemático em foco; (iii) a vinculação que se estabelece entre os tipos de elementos mencionados nos dois itens anteriores; e (iv) as situações em que tais vinculações são postas em ação.

A fase cognitiva da TMCC volta-se exclusivamente ao estudante e, por meio das investigações nela inseridas, conforme explicita Camarena (1999), objetiva-se, entre outros aspectos, identificar:

- i. As características cognitivas dos estudantes;
- ii. As crenças dos estudantes em relação à Matemática ou em relação a si próprios como aprendizes desta ciência;
- iii. As dificuldades dos estudantes em relação a conhecimentos matemáticos prévios ou que estão sendo construídos em determinado momento de sua graduação;
- iv. As competências já desenvolvidas pelo estudante (conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) antes ou a partir de determinada intervenção didática (a ser implementada conforme os preceitos da fase didática da TMCC);
- v. Como se estabelece a aprendizagem do estudante em uma abordagem contextualizada da Matemática, suas estruturas cognitivas e se, ao estudar a Matemática de maneira contextualizada, de fato o graduando constrói conhecimentos estruturados, integrados e não fragmentados, desenvolvendo estruturas mentais articuladas.

Em resumo, conforme ressaltam Camarena e Muro (2012), de acordo com os preceitos da TMCC, busca-se estabelecer, por meio de uma abordagem contextualizada da Matemática, a interdisciplinaridade no ambiente de aprendizagem. As autoras afirmam então que “faz-se

necessário analisar os processos cognitivos presentes durante a aprendizagem contextualizada proveniente da interdisciplinaridade, a qual estabelece o apoio à construção de um conhecimento que deriva do significado do contexto em que é desenvolvido por meio de uma variedade de atividades didáticas” (CAMARENA; MURO, 2012, p.1). É justamente no âmbito da fase cognitiva da TMCC que são realizadas investigações referentes a estes processos cognitivos em tela quando o aluno estuda Matemática de maneira contextualizada.

Passamos então, na próxima seção, a apresentar os elementos centrais do referencial que é o principal subsídio da fase cognitiva da TMCC: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e seus colaboradores.

O principal subsídio da fase cognitiva da TMCC: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Colaboradores

Como indica a própria denominação da fase cognitiva, na TMCC a aprendizagem é considerada sob uma perspectiva cognitivista o que, como assinala Mizukami (1986, p. 59) implica em estudá-la como “sendo mais que um produto do ambiente, das pessoas ou de fatores que são externos ao aluno”. Segundo Moreira e Masini (1982), em uma ótica cognitivista, a aprendizagem é encarada

[...] como um processo de armazenamento de informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro. É a habilidade de organização das informações que deve ser desenvolvida (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 3-4).

Lefrançois (2008, p. 218) complementa salientando que “as abordagens cognitivas da aprendizagem são caracterizadas pela preocupação com temas como compreensão, processamento de informações, tomada de decisão e solução de problemas”.

Entre as diferentes abordagens cognitivas da aprendizagem, segundo Camarena (2010; 2013a) e Camarena e Muro (2012), a que se constitui como o principal subsídio teórico da fase cognitiva da TMCC é a *Teoria da Aprendizagem Significativa* desenvolvida pelo psicólogo da Educação estadunidense David Ausubel e seus colaboradores. Moreira e Masini (1982) ressaltam que:

para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual a organização e a integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como “conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos” (AUSUBEL, 1968, p. 37-39). É o complexo organizado resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos mediante os quais se adquire e utiliza o conhecimento (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4).

Em relação ao ensino tradicional, assim como Ausubel, Novak e Hanesian (1990) observaram em relação às crianças que foram seus sujeitos de investigação, Camarena (2013a, p. 20) destaca que também nos casos dos cursos de graduação nos quais a Matemática está a serviço, essa orientação de ensino pode gerar “conhecimentos isolados e sem significado para o estudante, pois este carece que lhe sejam dados sentidos aos conteúdos que estudam”. A autora afirma que, em geral, “se observa um divórcio entre a Matemática e suas aplicações ou usos nas ciências a que ela está dando suporte” (Idem), quando nos problemas que enfrentarão em seus cotidianos profissionais, problemas estes na maioria das vezes interdisciplinares, os graduandos terão de lidar com conhecimentos integrados. Assim, por meio da TMCC, especialmente por intermédio do Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo) inerente à fase didática deste referencial, o interesse por parte do professor deve ser, de acordo com Camarena (2013a, p. 21) que “o estudante construa o conhecimento matemático e que este seja significativo para ele no sentido proposto por Ausubel e colaboradores (1990)”.

Como destacam Moreira (1997) e Ballester Vallori (2002), a partir de Ausubel, Novak e Hanesian (1990), por *aprendizagem significativa* se denomina o processo de aprendizagem em que um novo conhecimento se relaciona, de maneira dita *não-arbitrária* e *substantiva* (não-litera), a um conhecimento prévio já presente na estrutura cognitiva do sujeito, que, de acordo com Moreira e Masini (1982), para Ausubel, “significa a estrutura hierárquica de conceitos que são abstrações da experiência do indivíduo” (p. 8).

A não-arbitrariedade, segundo Moreira (1997) fundamentado nas ideias de Ausubel, Novak e Hanesian (1990), está relacionada ao fato de que, para a aprendizagem ser significativa, os novos conhecimentos visados devem ser postos em relação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do estudante, aos quais Ausubel e seus colaboradores denominam de *subsunçores*, que servirão de pontos de “ancoragem” para eles. Tais subsunçores, de acordo com Moreira (2011) não se restringem a conceitos estruturantes de determinada disciplina, podendo ser “proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (p. 28). São, portanto, os “conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou, enfim, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos” (Idem).

Em relação à substantividade, Moreira (1997) explica que ela está relacionada ao fato de que “o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las [...]. Assim, uma aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular”

(AUSUBEL, 1963 apud MOREIRA, 1997, p. 2). Como ressalta Moreira (1997, p. 2), “na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa”. E, segundo o mesmo autor, na interação com os novos conhecimentos visados, o conhecimento prévio também se modifica e adquire novos significados. A este respeito, conforme ressalta Ballester Vallori (2002, p. 16) fazendo menção à Ausubel, Novak e Hanesian (1978), “o mesmo processo de adquirir informação produz uma modificação tanto na informação adquirida como no aspecto específico da estrutura cognoscitiva com a qual ela está vinculada”.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1990), não como uma dicotomia, mas como um *continuum*, deve-se diferenciar a aprendizagem significativa da *aprendizagem memorística* (ou mecânica, por repetição), na qual, segundo Moreira (1997, p. 2), os novos conhecimentos são relacionados à estrutura cognitiva do aprendiz unicamente de maneira arbitrária e literal (não substantiva) o que “não resulta na aquisição de significados para o sujeito”.

Cano Donate (2014, p. 77) argumenta que, para a aprendizagem memorística, o esforço cognitivo necessário é menor, mas, como consequência, os “custos intelectuais são muito baixos, sendo uma aprendizagem volátil que tem um grau inferior de retenção a médio-longo prazo, já que é uma aprendizagem realizada de forma mecânica”. A respeito da volatilidade da aprendizagem memorística, Trejos-Buriticá (2017) ressalta que o conhecimento adquirido desta forma, em geral, fica “localizado na memória de curto prazo e se converte em um conhecimento tão volátil e tão frágil que prontamente é esquecido” (TREJOS-BURITICÁ, 2017, p. 69-70).

Ramírez e Cardona (2010, p. 95) também pontuam a curta durabilidade da aprendizagem memorística e iluminam ainda um outro entrave relacionado a ela: sua “intransferibilidade para a realidade e sua inoperatividade para a resolução de situações-problema do contexto pessoal e sociocultural do aprendiz”, enquanto, por sua vez, “a aprendizagem significativa é duradoura e sólida, busca impactar e desestabilizar a estrutura cognoscitiva prévia mediante à instrução para reafirmar, refutar, ampliar ou dar novas visões ao conhecimento prévio e assim poder assegurar a perdurabilidade da aprendizagem e sua aplicabilidade” (Idem). A este respeito, Ausubel, Novak e Hanesian (1978) afirmam que: “as aprendizagens por repetição têm pouco valor de transferência (utilizar conceitos aprendidos e extrapolá-los a outras situações; trata-se, portanto, da capacidade de que uma informação aprendida de maneira coerente permita extrapolação a outra situação da realidade) (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978 apud BALLESTER VALLORI, 2002, p. 18-19). Ballester Vallori (2002) complementa salientando que:

quando o alunado reconhece em sua própria estrutura cognitiva o fundamento da ação educativa e do que aprende, o significado em sua experiência será duradouro. A aprendizagem significativa, portanto, ajuda a pensar, mantém as conexões entre os conceitos e suas estruturas e suas interrelações em diferentes

campos de conhecimento, o que permite extrapolar a informação aprendida a outra situação ou contexto diferente e, por esta razão, é uma aprendizagem real e a longo prazo (BALLESTER VALLORI, 2002, p. 19).

Um aspecto que também ganha destaque na Teoria da Aprendizagem Significativa é a necessidade de haver *motivação* do estudante para aprender. A este respeito, Ausubel, Novak e Hanesian (1978) citados por Ballester Vallori (2002, p. 20) salientam que “a motivação é tanto um efeito como a causa da aprendizagem, razão pela qual não há de se esperar a motivação antes de se iniciarem as tarefas de aprendizagem, sendo que, segundo esses autores recordam “convém elevar ao máximo o impulso cognoscitivo, despertando a curiosidade intelectual e utilizando materiais que atraiam a atenção”.

Convém ressaltar, no entanto, que apenas estar motivado para aprender não é condição suficiente para que esta aprendizagem ocorra de maneira significativa. Existem uma série de fatores, de diferentes naturezas, que dão condições para a aprendizagem significativa. Tais fatores, sintetizados por meio do Quadro 1, dividem-se, segundo Cruz (2002), em *internos* e *externos*. Os fatores internos são, segundo os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, de dois âmbitos: *cognitivos* e *afetivos-sociais*.

Os fatores cognitivos estão, segundo Cruz (2002), relacionados: (i) à existência de ideias âncoras às quais uma nova ideia que se deseja ensinar poderá se conectar; (ii) ao quanto a nova ideia a ser aprendida é distinguível daquelas que lhe servirão de âncoras de modo que o aprendiz não as misture, confunda-as ou reduza uma à outra; (iii) à clareza e à solidez das ideias que servirão como âncoras, uma vez que, como menciona Cruz (2002, p. 64), “caso aquilo que se utilizou como âncora não seja suficientemente sólido para o aluno, pode acontecer que âncora e ancorado se percam ou não se discriminem de forma adequada, o que geraria problemas como: mistura, confusão ou redução de uma ideia à outra”.

No que diz respeito aos fatores afetivo-sociais, segundo pontua Cruz (2002) a partir das ideias de Faria (1989), o mais pertinente está relacionado à *disposição do aluno para a aprendizagem significativa*. É nesse sentido que afirmamos anteriormente que apenas estar motivado para aprender não garante uma aprendizagem significativa. É necessário, além da *motivação* (sendo este também um fator afetivo-social importante), que o estudante esteja disposto a aprender de forma significativa, ou seja, a estabelecer relações não-arbitrárias e substantiva entre uma nova ideia e aquela que lhe servirá de âncora. Tais relações, embora como afirma Cruz (2002), possam ser potencializadas por intervenções docentes e materiais didáticos planejados e implementados tendo por objetivo a aprendizagem significativa, só poderão ser internalizadas por disposição do próprio estudante para fazê-lo, “visto que este é um processo ativo, em que ele próprio vai reconstruindo as pontes entre as diversas ideias e conceitos relacionados. Assim, mesmo que o

material ou a aula seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo, o que caracterizaria um aprendizado mecânico” (CRUZ, 2002, p. 64-65). Como pontuam Parhizgar et al. (2021), outros fatores afetivos-sociais que podem influenciar na ocorrência da aprendizagem significativa são interesse, atitudes, crenças, valores e emoções (como prazer, ansiedade, raiva, tédio etc.).

Os fatores externos, segundo Cruz (2002, p. 65), são aqueles “sobre os quais os professores têm acesso e podem manipular livremente de modo a propiciar as melhores condições possíveis para que os alunos possam aprender significativamente”. São exemplos de fatores externos para a aprendizagem significativa, entre outros, os livros didáticos, os materiais de apoio, as aulas conduzidas pelos docentes etc. Na visão de Cruz (2002), “diz-se que a aula e o material instrucional de apoio são potencialmente significativos, quando, satisfeitas as condições internas (existência de ideias de esteio firmes e de vontade de aprender), este material possibilita a aprendizagem significativa do aluno” (p. 65). Para que esse tipo de aprendizagem seja possível, a “condição indispensável a ser obedecida é que as novas ideias sejam propostas de maneira não-arbitrária, fazendo-se referência lógica e clara com ideias âncoras já presentes na estrutura cognitiva do estudante” (Idem).

Quadro 1 – Fatores relacionados à uma aprendizagem significativa

Tipo de Fator	Âmbito do Fator	Aspectos Relacionados
Interno	Cognitivo	Existência de ideias nas quais as novas serão ancoradas
		O quão diferenciáveis das ideias âncoras são as novas a serem aprendidas
		O quão claras e sólidas são as ideias âncoras
	Afetivo-Social	Motivação
		Interesse
		Disposição para aprendizagem significativa
		Valores
		Atitudes
		Crenças
		Emoções (prazer, ansiedade, raiva, tédio etc.)
Externo	Livros didáticos	
	Materiais de apoio	
	Aulas conduzidas por um professor	

Fonte: elaboração dos autores.

Tendo apresentado os preceitos centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa, é importante explicitar, como apresentamos na próxima seção, o quão estão atrelados a estas ideias os paradigmas e pressupostos que sustentam a TMCC.

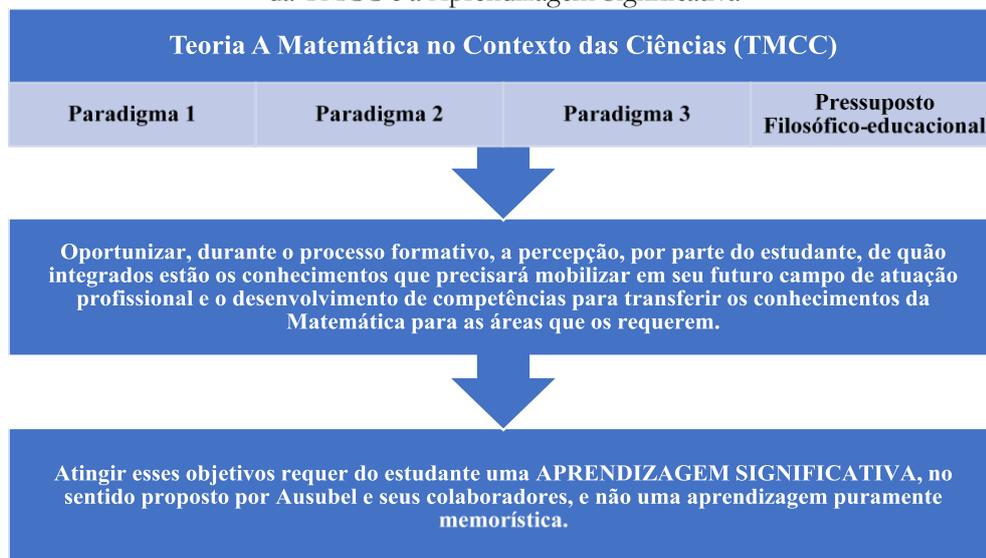
As articulações entre os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa, os paradigmas e o pressuposto filosófico-educacional da TMCC

Os paradigmas e o pressuposto filosófico-educacional estão intimamente relacionados à necessidade de que a formação a ser dada ao estudante torne-o competente em aplicar o conhecimento matemático de forma interdisciplinar em sua futura atividade profissional, objetivo que, segundo o que apresentamos a respeito da teoria de Ausubel e seus colaboradores, torna-se extremamente custoso de ser alcançado por meio de uma aprendizagem memorística em que o conhecimento adquirido se localiza na memória de curto prazo do estudante. É o que os autores denominam de aprendizagem significativa que permite ao aprendiz estabelecer interrelações entre o que ele está estudando, no caso de nosso interesse a Matemática, e diferentes campos, capacitando-o a extrapolar os conhecimentos matemáticos construídos para o enfrentamento de situações em outros contextos. Evidenciamos, por meio da Figura 1, de maneira esquemática, as vinculações entre a Aprendizagem Significativa e os paradigmas e o pressuposto filosófico-educacional da TMCC.

A partir da análise da Figura 1, podemos perceber que é perfeitamente coerente, portanto, que, no âmbito da fase da TMCC voltada às reflexões cognitivas, busque-se, como indica, em outras palavras, um dos aspectos do objetivo (v) anteriormente mencionado, investigar se o Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo) possibilita a aprendizagem significativa, no sentido preconizado por Ausubel e seus colaboradores, dos conteúdos matemáticos abordados. Ou seja, analisar as potencialidades do MoDiMaCo como um fator externo para a aprendizagem significativa e de que forma tal Modelo está relacionado também à potencialização de fatores internos cognitivos e afetivos-sociais que podem influenciar de maneira positiva no desenvolvimento de uma aprendizagem que seja significativa.

Investigar se por meio de uma abordagem contextualizada da Matemática oportuniza-se ao estudante a construção de conhecimentos estruturados, integrados e não fragmentados e, conseqüentemente o desenvolvimento de estruturas mentais articuladas, objetivo (v) da fase cognitiva da TMCC, requer uma compreensão aprofundada acerca das características cognitivas dos estudantes (objetivo (i)), especialmente no que diz respeito às competências por eles já desenvolvidas ou em desenvolvimento e a existência ou não, em suas estruturas mentais, das ideias às quais os conhecimentos visados serão ancorados. Requer ainda a compreensão das dificuldades dos estudantes em relação a conhecimentos matemáticos prévios ou que estão sendo construídos em determinado momento de sua graduação (objetivos (iii) e (iv)). Investigações contemplando esses objetivos e elementos do (v) estão vinculadas à compreensão de fatores internos cognitivos que dão condições para a aprendizagem significativa.

Figura 1: A vinculação entre os paradigmas, o pressuposto filosófico-educacional da TMCC e a Aprendizagem Significativa



Fonte: elaboração dos autores.

Por fim, a identificação das crenças dos estudantes em relação à Matemática ou em relação a si próprios como aprendizes desta ciência (objetivo (ii) e aspectos do (v), uma vez que estas crenças influenciam em como se estabelece a aprendizagem do estudante em uma abordagem contextualizada da Matemática), o que é feito a partir da observação e da análise de seus comportamentos e de suas ações enquanto vivenciam situações de resoluções de eventos contextualizados, está diretamente relacionada à necessidade de analisar fatores internos afetivos-sociais que intervêm para a ocorrência de uma aprendizagem significativa dos conteúdos trabalhados.

Por meio do Quadro 2, a partir da análise das bibliografias que se constituíram como fontes para nosso estudo, buscamos, além de sintetizar a identificação que fizemos a respeito de que tipos de fatores para a aprendizagem significativa estão relacionados a cada um dos objetivos visados nas pesquisas inseridas na fase cognitiva da TMCC, que foram realizadas ou supervisionadas por Camarena, explicitamos aqueles que, em nossa concepção, são os papéis das investigações atreladas a cada um desses objetivos.

Quadro 2 – Objetivos e papéis das investigações realizadas ou supervisionadas por Camarena na esfera da fase cognitiva da TMCC e a quais fatores para a aprendizagem significativa estão relacionados

Objetivo(s)	Relacionado(s) a que fatores que dão condições para a aprendizagem significativa?	Papel(éis) da investigação
A. Identificar as características cognitivas dos estudantes. iii. Identificar as dificuldades dos	Fatores internos cognitivos	A. Obter dados acerca das características cognitivas de determinado grupo de estudantes ao qual será proposta uma abordagem contextualizada da Matemática. Esses dados

<p>estudantes em relação a conhecimentos matemáticos prévios ou que estão sendo construídos em determinado momento de sua graduação.</p> <p>iv. Identificar as competências desenvolvidas pelo estudante antes ou a partir de determinada intervenção didática implementada segundo os preceitos da fase didática da TMCC.</p>		<p>servirão de referência ao pesquisador ou ao docente na concepção e na implementação da abordagem.</p> <p>B. A partir da realização de uma abordagem contextualizada da Matemática, obter dados visando compreender de que maneira as características cognitivas dos estudantes, as possíveis dificuldades relativas a conhecimentos prévios e as competências anteriormente desenvolvidas, influenciaram em suas aprendizagens, potencializando-as ou comprometendo-as.</p>
	Fatores externos	<p>C. Analisar, por meio dos dados provenientes da realização de uma abordagem contextualizada da Matemática, de que maneira esta potencializa a compreensão do docente ou do pesquisador acerca das características cognitivas dos estudantes, de seus conhecimentos prévios e das competências que já construíram. Ou seja, compreender em que medida uma abordagem da Matemática segundo os preceitos da TMCC (fator externo) pode contribuir para revelar aspectos relativos a fatores cognitivos essenciais para uma aprendizagem significativa.</p>
<p>ii. Identificar as crenças dos estudantes em relação à Matemática ou em relação a si próprios como aprendizes desta ciência.</p>	Fatores internos afetivo-sociais	<p>A. Obter dados acerca das crenças de determinado grupo de estudantes ao qual será proposta uma abordagem contextualizada da Matemática visando, antes de realizar a intervenção ou durante sua implementação (o que, obviamente demanda ter identificado tais crenças previamente e eva-las em conta na concepção da abordagem), fortalecer as crenças positivas e desconstruir as negativas.</p> <p>B. Por meio dos dados oriundos de uma abordagem contextualizada da Matemática, pesquisadores e professores (obviamente com objetivos distintos e diretamente relacionados aos papéis que desempenham), analisar de que maneira as crenças dos estudantes em relação à esta ciência e a si mesmos como aprendizes de conceitos abordados influenciaram em suas aprendizagens durante a intervenção realizada.</p>
	Fatores externos	<p>C. Analisar, por meio dos dados oriundos da implementação de uma abordagem contextualizada da Matemática, de que maneira as crenças positivas dos estudantes em relação a esta ciência e a si mesmos como aprendizes de seus conceitos puderam ser fortalecidas e as negativas desconstruídas. Ou seja, identificar se uma abordagem da Matemática segundo os preceitos da TMCC pode contribuir, como fator externo, para revelar aspectos relacionados a fatores afetivos-sociais que têm influência no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.</p>
<p>v. Identificar como se estabelece a aprendizagem do estudante em uma abordagem contextualizada da Matemática, suas estruturas</p>	Fatores internos cognitivos, internos afetivos-sociais e	<p>A. Analisar se, de fato, o MoDiMaCo constitui-se como um fator externo que potencializa a aprendizagem significativa e de que maneira o trabalho desenvolvido conforme os preceitos de</p>

cognitivas e se, como se pressupõe ao trabalhar segundo o que preconiza a TMCC, ao estudar a Matemática de maneira contextualizada, de fato o graduando constrói conhecimentos estruturados, integrados e não fragmentados, desenvolvendo estruturas mentais articuladas.	fatores externos	tal Modelo influencia direta ou indiretamente em fatores internos de natureza cognitiva e nos de natureza afetiva-social que estão vinculados ao desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.
---	------------------	---

Fonte: elaboração dos autores.

Passamos então, na próxima seção, a algumas considerações finais que podem ser apresentadas a partir do que evidenciamos nas seções anteriores deste artigo.

Considerações finais

O estudo que apresentamos por meio deste artigo nos possibilitou, em primeiro lugar, evidenciar o quão articulados estão os preceitos centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa e os paradigmas e o pressuposto filosófico-educacional da TMCC, ratificando a adequação de assumir, no âmbito da fase cognitiva do referencial desenvolvido por Camarena, a abordagem da aprendizagem preconizada por Ausubel e seus colaboradores.

A pertinência de adotar a noção de aprendizagem significativa na fase cognitiva da TMCC torna-se ainda mais saliente ao considerarmos que uma das preocupações capitais em tal referencial é oportunizar ao estudante o desenvolvimento da habilidade de realizar a transposição contextualizada dos conhecimentos estudados na Matemática para seus diferentes campos de aplicação, algo que, em geral, não é possível a partir de uma aprendizagem que seja apenas memorística. Estabelecer interrelações entre conhecimentos estudados em determina área e seus contextos externos de aplicação requer uma aprendizagem significativa.

Em estudos futuros, daremos continuidade a essa análise dos trabalhos elaborados ou supervisionados por Camarena contemplando a fase cognitiva da TMCC no intuito de identificar quais são os preceitos teóricos complementares à Teoria da Aprendizagem Significativa que, em razão dos objetivos visados nestas investigações, são empregados pelos pesquisadores para compreender, em profundidade, aspectos relacionados às aprendizagens dos estudantes ao trabalharem com problemas nos quais a Matemática é abordada de maneira contextualizada. Analisaremos de que maneira esses subsídios complementares se articulam ao conceito de Aprendizagem Significativa na acepção de Ausubel e seus colaboradores e explicitaremos os procedimentos metodológicos empregados pelos pesquisadores ao associarem a TMCC e a Teoria da Aprendizagem Significativa a outros quadros teóricos de natureza cognitivista.

Referências

- AUSUBEL D. P.; NOVAK J. D.; HANESIAN H. **Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo**. Mexico: Trillas, 1990.
- BALLESTER VALLORI, A. El aprendizaje significativo en la práctica. *In*: BALLESTER VALLORI (org.). **Seminario de Aprendizaje Significativo**. Espanha, 2002. p. 16-21.
- CAMARENA, P. Reporte de proyecto de investigación titulado: **Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería**, con No. de registro: CGPI-IPN: 990413. Editorial ESIME-IPN, México, 1999.
- CAMARENA, P. Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. **Revista Innovación Educativa**, v. 2, n. 10 e n. 11, pp. 22-28 e 4-12, 2002.
- CAMARENA, P. Constructos Teóricos de la Metodología Dipping en el Área de la Matemática. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y DE SISTEMAS, 3, 2004, Ciudad de México. **Anais** [...]. Ciudad de Mexico: IPN - ESIME – SEPI, 2004. p.1-7.
- CAMARENA, P. **Aportaciones de Investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería**, 2010. Disponible em:
http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra_patricia_camarena_gallardo.pdf -
Acesso em 02 de jun. de 2020.
- CAMARENA, P. Concepción de competencias de las ciencias básicas em el nivel universitario. *In*: DIPP, A.J., MACÍAS, A. B. (Org.). **Competencias y Educación – miradas múltiples de una relación**. México: Instituto Universitario Anglo Español A.C e Red Durango de Investigadores Educativos A.C., 2011. p.88-118.
- CAMARENA, P. Epistemología de las impedancias complejas en ingeniería. **Revista Innovación Educativa**, v. 12, n. 58, enero/abril, 2012.
- CAMARENA, P. A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el contexto de las ciencias", **Revista Innovación Educativa**, v. 13, n. 62, p.17-44, 2013a.
- CAMARENA, P. El conocimiento de las ciencias básicas en profesores de ingeniería . *In*: CARRILLO, A.J., ONTIVEROS, H. V., CECENÑA, T. P. (Eds.). **Formación docente: Un análisis desde la práctica**. México: Red Durango de Investigadores Educativos A.C. , 2013b. p. 212-249.
- CAMARENA, P. Didáctica de la matemática en contexto. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 01-26, 2017. DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p1-26>
- CAMARENA, P.; FLORES. I. P. Epistemología de lo variacional. *In*: SIMPOSIUM INTERNACIONAL "APORTACIONES DE LAS UNIVERSIDADES A LA DOCENCIA, LA INVESTIGACIÓN, LA TECNOLOGÍA Y EL DESARROLLO", 13, 2012, México, **Anais** [...]. México, 2012. p. 1-10.
- CAMARENA, P.; GONZÁLEZ, L. G. Contextualización de las series en ingeniería. *Revista Científica, The Mexican Journal of Electromechanical Engineering*, v. 5, n. 4, p. 201-206, México, 2001.
- CAMARENA, P.; MURO, C. **Campos conceptual de la interdisciplinariedad en la ingeniería**. Alemanha: Editorial Académica Espanhõla, 2012.
- CAMARENA, P.; TREJO, E. La Matemática en el Contexto de las Ciencias y los invariantes operatorios. *In*: GUTIÉRREZ, R. D; CENICEROS, C. D.; MÉNDEZ, Z. A. (Eds.). **Cognición y Procesos de Aprendizaje**. México: Red Durango de Investigadores Educativos A.C., 2011. p. 130-163.

CANO DONATE, A. Plasmación del Aprendizaje significativo: Mapas Conceptuales. In: COBAS COBIELLA, M. E. (Ed). **Mapas Conceptuales y Aprendizaje Cooperativo. Experiencias en la Enseñanza del Derecho**. Valência: Universidade de Valência, 2014, pp. 74-79.

CRUZ, C. C. **Uma proposta de formação Técnico-Humanista aplicada ao ensino de Engenharia Elétrica**. 2002. 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

LAKATOS, E. V.; MARCONI, E. M. A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem**. 5ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LIMA, G. L.; BIANCHINI, B. L.; GOMES, E. Elaboração de eventos contextualizados para aulas de Cálculo Diferencial e Integral em diferentes cursos de graduação. **Acta Latinoamericana de Matemática Educativa**, v. 32, n.2, p. 186-194, 2019.

MIZUKAMI, M.G. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. **Monografia nº 10 da Série Enfoques Teóricos**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1995.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente. *In*: MOREIRA, M. A.; RODRÍGUEZ PALERMO, M. L.; CABALLERO SAHELICES, M. C. (org.). **Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos: Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones, 1997. p.19-44.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

PARHIZGAR, Zakieh et al. Exploring students' misconceptions of the function concept through problem-posing tasks and their views thereon. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, p. 1-25, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1937732>

RAMIREZ, D. A.; CARDONA, A. D. Aprendizaje significativo a través de secuencias didácticas de planeación, ejecución y evaluación en el programa de Psicología. **International Journal of Psychological Research**, v. 3, n. 2, p. 93-108, 2010.

TREJOS-BURITICÁ, O. I. Metodología para aprender programación funcional en Ingeniería de Sistemas aplicando teoría de aprendizaje por descubrimiento. **Revista Educación en Ingeniería**, v.12, n. 23, p. 69-75, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26507/rei.v12n23.719>