

# O uso de mapas mentais para a compreensão da relação de matemática e física na engenharia ambiental e sanitária

## RESUMO

**Leticia Oberoffer Stefenon**

[leticia.stefenon@hotmail.com](mailto:leticia.stefenon@hotmail.com)

[0000-0002-1508-269X](tel:0000-0002-1508-269X)

Universidade Franciscana, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

**Marco Antonio Moreira**

[moreira@ifufrgs.br](mailto:moreira@ifufrgs.br)

[0000-0003-2989-619X](tel:0000-0003-2989-619X)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

**Concesa Cabellero Sahelices**

[concesa@ubu.es](mailto:concesa@ubu.es)

[0000-0001-8079-4717](tel:0000-0001-8079-4717)

Universidade de Burgos, Espanha

Esta pesquisa é parte de uma tese de doutorado que está sendo desenvolvida junto ao Programa de *Doctorado en Educación–Enseñanza de las Ciencias*, na Universidade de Burgos, Espanha. Este trabalho foi motivado por situações vivenciadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral para alunos ingressantes no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária de uma Universidade Comunitária do interior do Rio Grande do Sul, Brasil. Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o estudo busca compreender como livres associações podem contribuir para que o aluno atribua sentido aos conceitos de Cálculo. Esta etapa tem como objetivo verificar subsunçores, por meio de mapas mentais e esquemas conceituais, na associação entre Matemática e Física. Desta forma, para investigar tais subsunçores, optou-se por desenvolver uma abordagem qualitativa por meio da construção de um Mapa Mental Livre e um Mapa Mental Direcionado. Percebemos que ambos são adequados à organização de ideias, além de permitir compreender de que forma a Matemática e a Física são percebidas pelos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cálculo diferencial e integral. Física. Mapas mentais. Subsunçores. Ensino superior.

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa que desenvolvemos é parte de um trabalho mais amplo e foi motivada por situações vivenciadas no ensino da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral para alunos ingressantes no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária de uma Universidade Comunitária do interior do Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Pensar no ensino de Matemática nunca foi uma tarefa fácil, essa dificuldade é sentida tanto por quem ensina quanto por quem aprende. Compreender os processos de ensino e aprendizagem dessa disciplina certamente é um desafio para o professor.

Ao ministrar a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral em nível superior, constatamos que o conceito central da derivada tanto de uma quanto de várias variáveis, faz mais sentido para o estudante quando relacionado com fenômenos físicos. Na tentativa de motivar os alunos, acreditamos que atribuir um sentido mais concreto ao estudo do conceito de derivada, tendo como ponto de partida situações que são familiares ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e que envolvam tais fenômenos, facilitaria a compreensão do conteúdo possibilitando uma aprendizagem significativa.

Primeiramente, buscou-se entender o processo da aprendizagem e de que forma os acadêmicos entendiam a importância da Matemática e da Física<sup>1</sup> para o Engenheiro Ambiental e Sanitário. Geralmente, a educação em engenharia é tradicional, caracterizada por práticas pedagógicas centradas no professor e na transmissão de saberes pela aula expositiva e resolução de exercícios com pouca integração entre componentes curriculares e o fazer prático (OLIVEIRA, 2005).

Ao longo da história, observou-se que a Matemática e a Física estão intimamente relacionadas e esta associação de influência mútua foi fundamental para o desenvolvimento das ciências. Paty (1995, p. 234) afirma que, para Galileu, a “Matemática era concebida como um conhecimento que permitia uma leitura direta da natureza da qual, precisamente, era a língua”. Einstein considera a Geometria como a mais antiga das teorias físicas; a origem do Cálculo está intimamente ligada à descrição matemática dos movimentos (BOYER, 1949). Poincaré (1995) destaca que a Teoria das Equações Diferenciais desenvolveu-se, sobretudo, *pela Física e para a Física*; a Álgebra vetorial está profundamente relacionada com a busca pela matematização do eletromagnetismo (SILVA, 2002); a Análise de Fourier foi motivada por problemas relacionados com cordas vibrantes e propagação do calor (DAVIS; HERSH, 1995).

No ensino, o estudante teria que ser capaz de identificar as propriedades físicas que servem para descrever os fenômenos e relacioná-las com as variáveis quantitativas que as representam (HESTENES, 2003). Este processo se denomina “modelização”. Segundo Greca e Moreira (2001), possivelmente a complexidade deste processo leva os estudantes à aprendizagem mecânica de conceitos e algoritmos. Diante disso, surge a preocupação com o ensino e aprendizagem do Cálculo na Engenharia, pois a desmotivação do aluno favorece uma aprendizagem não significativa, a reprovação e, conseqüentemente, a evasão.

No Brasil, há um déficit na formação adequada dos engenheiros (PINTO *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010) apesar de aperfeiçoamentos na legislação, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96); e com a Resolução 11/2002 do Conselho Nacional de Educação que estabeleceu as Diretrizes Curriculares

Nacionais (DCN) para os cursos de Engenharia. Para formar engenheiros com conhecimento técnico, competências gerais e específicas, pensamos que uma alternativa no ensino é oportunizar condições que favoreçam uma aprendizagem significativa.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (i.e., um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos. (AUSUBEL et al., 1978, p.41)

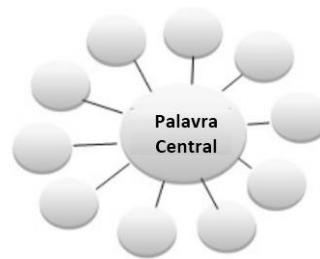
Para Moreira e Masini (2001), o uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva e levar ao desenvolvimento de subsunçores que facilitam a aprendizagem. Para eles, os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do que deve ser aprendido, servem como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, de forma significativa.

A *Teoria da Assimilação da Aprendizagem e da Retenção Significativa*, proposta por David Paul Ausubel (1963), tem como foco principal a aprendizagem significativa que procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana em relação à estrutura do conhecimento e da aprendizagem. Teve como objetivo apresentar uma teoria cognitivista em oposição a uma aprendizagem comportamentalista por memorização mecânica defendida na década de 1960 e 1970.

Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, onde baseia-se na premissa de que existe uma estrutura na qual a organização e a integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como conteúdo de ideias de um certo indivíduo e sua organização (AUSUBEL, 1968, p.37-39). Segundo Ausubel (2000), o subsunçor é uma dessas ideias que funcionam como âncora de outros conhecimentos na estrutura cognitiva e facilita o processo de assimilação<sup>2</sup>.

Esta pesquisa busca e analisa subsunçores trazidos pelos alunos por meio de Mapas Mentais, no qual optamos por utilizar um Mapa Mental Livre (MML) e um Mapa Mental Direcionado (MMD). Os Mapas Mentais (do inglês "*mind maps*") são representações esquematizadas de informações que possibilitam verificar relações entre palavras ou ideias. Segundo Buzan (1996) são ferramentas de pensamento que permitem refletir exteriormente o que se passa na mente. Definiremos *Mapa Mental Livre* (fig.1) quando a palavra principal é posta no centro de uma folha e o indivíduo poderá fazer associações sem qualquer indicação de ideias.

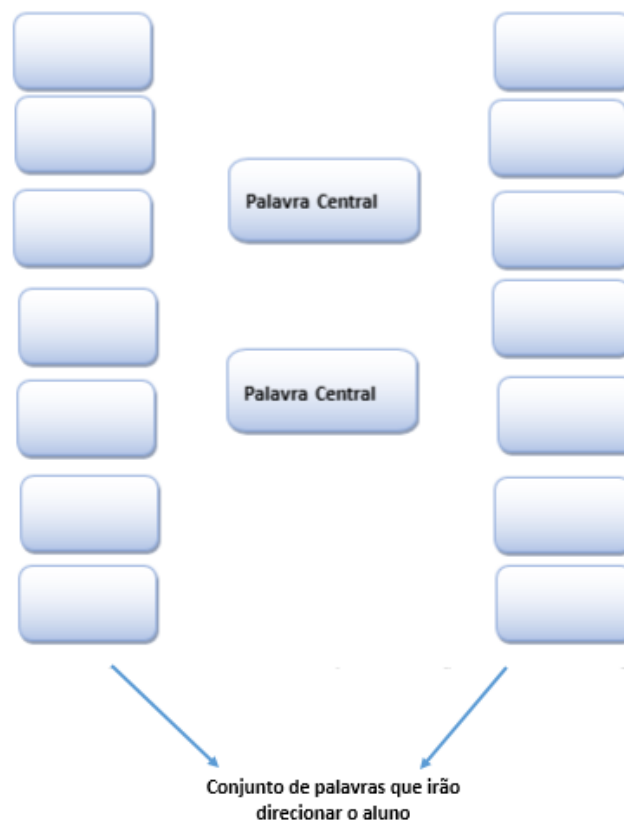
Figura 1: Mapa Mental Livre



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

O *Mapa Mental Direcionado* (Fig.2), acontece de forma análoga, no entanto, além da palavra central (uma ou mais palavras) são indicadas sentenças para que o aluno consiga relacioná-las com a ideia principal.

Figura 2: Mapa Mental Direcionado



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

No processo de ensino e aprendizagem é extremamente importante compreender de que forma o acadêmico se apropria do conhecimento de Cálculo e de que forma livres associações<sup>3</sup> podem contribuir para que o aluno atribua sentido aos conceitos nessa área e os relacione com a Física.

A aplicação destes Mapas Mentais nos possibilita inferir os subsunçores específicos em relação à Matemática e à Física e de que forma estas estão relacionadas. Isso se deve ao fato de que em um mapa mental, o sujeito tem

total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições (BUZAN; BUZAN, 1994)

Para Moreira (2011, p.26), na perspectiva ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia, isto é, os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

Segundo Ausubel (2000), a aprendizagem pode se processar por uma *recepção significativa* que envolve a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado, nesse processo, uma nova informação se relaciona a um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. No entanto, na prática, percebe-se que a aquisição do conhecimento por *recepção* é um processo que ocorre ao longo da formação acadêmica dos estudantes de forma lenta e cíclica. Para Ausubel, a aprendizagem significativa por recepção é um processo ativo que exige ação e reflexão do aprendiz e que é facilitada pela organização cuidadosa das matérias e das experiências de ensino.

Um tipo de aprendizagem proposta por Ausubel, a *aprendizagem proposional* (ou de proposições), envolve a aquisição do significado de proposições que compõem uma ideia. Neste caso, os significados dos conceitos se relacionam para dar sentido a proposição que pode ocorrer de forma subordinada, onde a nova proposição se relaciona com ideias ancoradas na estrutura cognitiva existente. Baseado em Ausubel, pretendemos identificar os subsuportes existentes por meio do Mapa Mental Livre e do Mapa Mental Direcionado na associação entre a Matemática e a Física. Ou seja, analisaremos como os alunos ingressantes do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária articulam as relações da Matemática com fenômenos físicos a partir das livres associações.

Com base nos subsuportes trazidos pelos alunos, podemos conhecer situações vivenciadas por eles. Para Moreira e Masini (2001, p.39), aprender um novo conceito depende de propriedades existentes na estrutura cognitiva e, quando um indivíduo aprende o significado de um novo conceito a partir de outros que já possui, a elaboração do conteúdo cognitivo evidentemente se dá por meio dos mesmos processos da formação do conceito.

No entanto, percebemos que ainda prevalece, mesmo que inconscientemente, a crença de muitos professores universitários nos processos de ensino e aprendizagem. Utiliza-se, predominantemente, um método onde a partir de conceitos primitivos, definições, axiomas e teoremas são demonstrados de maneira rigorosa e na maioria das vezes sem uma aplicação prática. Muitos professores utilizam em sala de aula uma metodologia que tem como sequência conceito – exemplo – exercício de fixação, tornando o ensino mecanizado.

Com o avanço nas pesquisas na área do ensino, surge a necessidade de relacionar áreas de conhecimento e conceitos que podem ser construídos a partir de elementos relacionados como propriedades, experimentos (inclusive fora do contexto matemático) a fim de dar significado ao conteúdo estudado e facilitar a aprendizagem. Tendo em vista um aprimoramento no ensino e aprofundamento no conhecimento referente ao Cálculo, nossa pesquisa propõe um trabalho junto aos alunos de graduação para que os resultados possam contribuir em uma melhor formação acadêmica.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Gil (2007, p.17), a pesquisa pode ser entendida como o “...procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”.

Desta forma, para investigar os subsunçores trazidos por alunos a respeito da associação entre Matemática e Física, optou-se por desenvolver uma abordagem qualitativa por meio da confecção de um *Mapa Mental Livre* e de um *Mapa Mental Direcionado*. Tal como antes, definimos Mapa Mental Livre (MML) como um esquema onde o aluno recebe uma única palavra central e faz livres associações referentes ao conteúdo estudado (Fig.1), já no Mapa Mental Direcionado (MMD), o aluno recebe uma ou mais palavras centrais e algumas palavras definidas pelo professor para que faça associações dessas palavras com as centrais sempre em relação ao conteúdo em estudo (Fig.2).

Segundo Bogdan e Biklen (1991), a abordagem qualitativa é definida a partir de cinco características:

- 1- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal [...];
- 2- A investigação qualitativa é descritiva [...];
- 3- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos [...];
- 4- Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva [...];
- 5- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa [...] (BOGDAN; BIKLEN, 1991 pp.47-50).

No entanto, uma característica fundamental da pesquisa qualitativa é que ela é interpretativa. Por isso, a retórica do relato da investigação é discursiva, persuasiva e acompanhada de exemplos. Esta abordagem metodológica para o ensino superior torna-se extremamente relevante, visto que os alunos chegam na sala de aula com a aprendizagem da Matemática na forma compartimentada e mecânica, o que não favorece o entendimento dos significados dos conceitos a partir de situações-problema enfrentadas pelos estudantes.

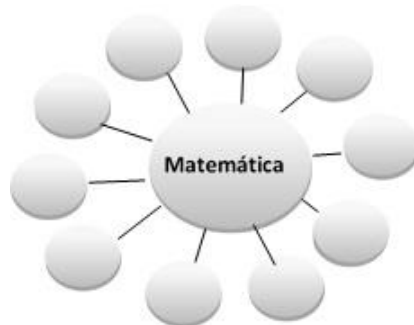
Para Bisognin et al. (2009), a utilização dessa metodologia faz com que o professor desempenhe um papel de moderador das atividades. Ela exige do professor uma capacidade de reagir e interagir em situações improvisadas nas quais ele deixa de ter controle dos métodos e processos que os alunos utilizam, ou seja, não tem um caminho pré-determinado, em consequência, o professor e aluno se transformam interagindo entre si. Segundo Bogdan e Biklen, (1994 p.47-50), os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.

Ao utilizarmos uma pesquisa qualitativa, estamos preocupados em interpretar o conhecimento que um determinado grupo ou indivíduo apresenta sobre o assunto em estudo, neste caso o pesquisador tem um papel fundamental como facilitador da aprendizagem fazendo uma análise subjetiva e interpretativa de como o grupo ou um sujeito resolve o problema em questão. A pesquisa qualitativa torna-se útil para que o professor possa refletir sobre sua própria prática, colaborando nas discussões e a aprendizagem deixe de ser mecânica e torne-se significativa.

Esse estudo utilizou como instrumento de análise os registros escritos dos alunos e as gravações em áudio. Foi desenvolvido com 28 alunos, com faixa etária entre 19 e 21 anos, do primeiro semestre do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária de uma Universidade Comunitária da cidade de Santa Maria, RS, Brasil, em duas aulas geminadas totalizando 100min. Ressaltamos que esses alunos não tiveram contato com o conteúdo de derivadas anteriormente. A atividade desenvolvida é uma estratégia didática aplicada em sala de aula com o intuito de perceber conhecimentos prévios dos alunos para introduzir a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Além disso, construir o conceito de derivadas e, assim, facilitar ao acadêmico a compreensão da relação entre Matemática e a Física por meio de fenômenos físicos no contexto da Engenharia Ambiental e Sanitária.

A proposta consistiu na aplicação de um *Mapa Mental Livre (MML)* e um *Mapa Mental Direcionado (MMD)*, definidos anteriormente pelos autores. Em um primeiro momento, a turma foi dividida em dois grupos, onde ambos receberam material impresso constituído de um MML ou MMD. Para o primeiro grupo, composto por 12 alunos, foi distribuído o material com o MML contendo a palavra central *MATEMÁTICA* e solicitado que os alunos, individualmente, elencassem dez palavras que os mesmos consideravam estar relacionadas com a palavra central, conforme exemplificado na Figura 3.

Figura 3: Esquema proposto como Mapa Mental Livre



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

Para o segundo grupo, composto por 16 alunos, foi distribuído o material impresso contendo duas palavras centrais, *MATEMÁTICA* e *FÍSICA*, além de doze expressões dispostas em duas colunas na borda da folha. Para estes, foi solicitado que fizessem associações, de forma individual, com as palavras centrais determinando o nível de relação (forte, moderada ou fraca). Dessa forma, obteve-se um Mapa Mental Direcionado, conforme a Figura 4.

Figura 4: Esquema proposto como Mapa Mental Direcionado

1. A partir das palavras centrais, relacione os demais termos indicando o nível de relação: (1) relação forte, (2) relação moderada e (3) relação fraca.



2. Diante da relação feita, escreva sobre os níveis de relação (1,2 ou 3) que você indicou com os termos centrais.

3. Escreva o que você acha pertinente na relação da Matemática com a Física:

(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

Após, foram realizadas discussões acerca da atividade proposta. Em seguida, foi solicitado a todos os alunos que elaborassem um texto dissertando a importância do Cálculo para o Engenheiro Ambiental e Sanitário e de como poderíamos relacioná-lo com o dia a dia.

Segundo Moreira (2012), os professores – na escola, seja ela fundamental, média ou superior apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Essa é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno (MOREIRA, 2012 p.45)

Para que este ciclo seja rompido e o aluno consiga perceber a importância da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, cabe ao professor identificar os subsunçores na estrutura cognitiva e salientar a relevância do conteúdo de Cálculo.

A fim de reconhecer as dificuldades enfrentadas pelos alunos na relação da Matemática e da Física e o conteúdo relevante para a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, optou-se por aplicar as atividades descritas para sanar tais obstáculos e contribuir para uma aprendizagem significativa. Compreendeu-se que



o conhecimento dos subsunçores, pelo professor, facilita o ensino e a aprendizagem, tornando a percepção dos novos conceitos mais natural.

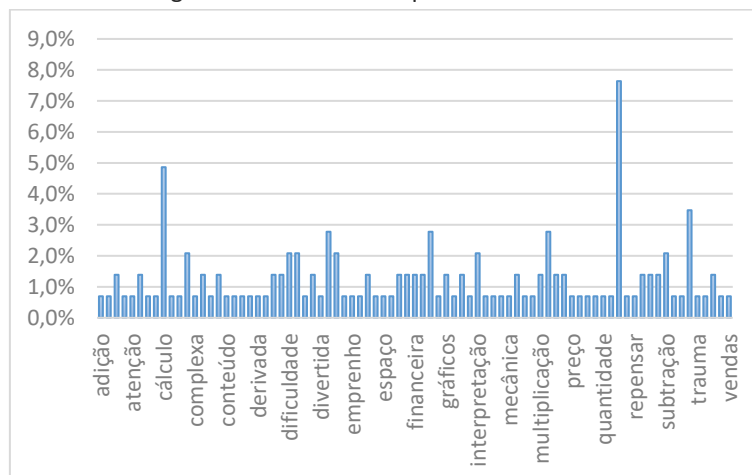
## RESULTADOS E ANÁLISES

Com base nas características da pesquisa qualitativa, foi possível perceber que a utilização dessa alternativa didática para introduzir a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral para alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária fez com que o aluno refletisse de que forma a Matemática é utilizada em sua profissão. Nesse tipo de pesquisa, os dados são recolhidos em função de um contato aprofundado com os sujeitos nos seus contextos naturais (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Após a aplicação da atividade, o professor pesquisador fez uma análise dos Mapas Mentais utilizando o software NVivo<sup>4</sup> e das discussões (oral e escrita) posteriores à atividade realizada pelos alunos. Observou-se no primeiro grupo que ainda é difícil para o aluno relacionar a Matemática com outras áreas do conhecimento ou até mesmo com situações do dia a dia que envolvam a Engenharia Ambiental e Sanitária. Os alunos desse grupo mostraram-se inseguros na hora de elencar 10 palavras que eles consideravam estar relacionadas com a Matemática, isso pode ser verificado nos percentuais das palavras indicadas no Mapa Mental Livre.

Foram atribuídas à Matemática 144 diferentes palavras no qual a grande maioria considerou que a Matemática está associada com *raciocínio* (7,6%), *cálculo* (4,9%), *números* (2,8%) e *difficuldade* (2,1%). As demais palavras obtiveram pouca frequência, em torno de 0,7% a 1,4%, conforme a Figura 5.

Figura 5: Gráfico da Frequência de Palavras



(Fonte: Acervo dos pesquisadores por meio do *Software Excel*)

Tais associações também podem ser verificadas na nuvem de palavras produzida pelo software Nvivo -Figura 6. Na nuvem, as palavras de maior tamanho foram as que apareceram com maior frequência.

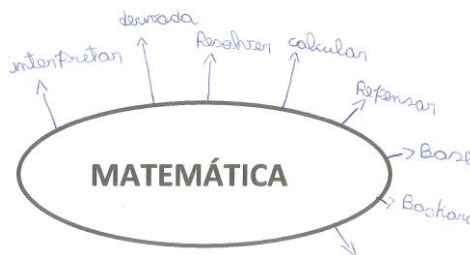
Figura 6: Nuvem de palavras produzida pelo software NVivo



(Fonte: Acervo dos pesquisadores por meio do Software NVivo)

Três alunos do primeiro grupo não conseguiram completar o que foi proposto, conforme exemplificado na Figura 7. Isso indica que provavelmente, esses alunos percebam a Matemática de maneira compartimentada e algoritmizada, dificultando a contextualização com outras áreas específicas, nesse caso, a Física.

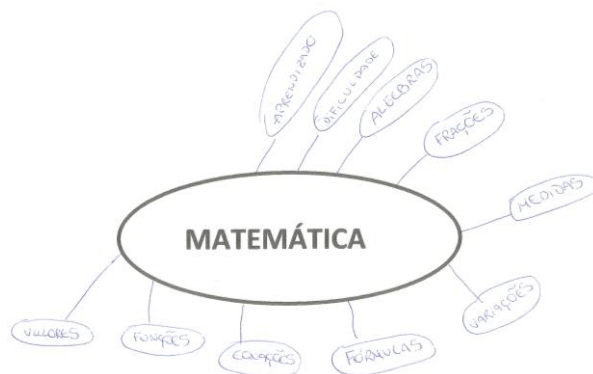
Figura 7- Atividade realizada pelo aluno A10



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

Somente cinco alunos relacionaram de forma positiva, mas não significativa a Matemática com a Física, utilizando expressões do tipo “distância” (0,7%), “velocidade” (0,7%), “variação” (1,4%), “espaço” (0,7%) e “tempo” (3,5%). Na Figura 8, o aluno A6 mencionou a palavra “variações” que mesmo de forma intuitiva, reflete a relação da Matemática com a Física. No entanto, esses indícios não nos garantem que o aluno compreenda a relação entre as áreas, pois nessa correlação predominou palavras como “fórmulas”, “funções”, “equações” entre outras que demonstram o uso da Matemática puramente mecânica.

Figura 8- Atividade realizada pelo aluno A6



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

O grupo de alunos que relacionaram as palavras centrais com os termos determinados pela professora pesquisadora conseguiu visualizar melhor a relação existente entre a Matemática e a Física como podemos verificar na Tabela 1.

Tabela 1-Quantidade de palavras relacionadas com a Matemática e a Física

Palavra	Matemática						Física					
	Forte		Moderada		Fraca		Forte		Moderada		Fraca	
Aceleração	5	31%	2	13%	0	0%	15	94%	1	6%	2	13%
Unidades de medida	11	69%	2	13%	0	0%	5	31%	2	13%	1	6%
Meio ambiente	7	44%	7	44%	0	0%	7	44%	10	63%	1	6%
Movimento ret.uniforme	3	19%	1	6%	0	0%	13	81%	2	13%	2	13%
Taxa de variação	7	44%	8	50%	0	0%	5	31%	5	31%	1	6%
Decréscimo	11	69%	4	25%	1	6%	3	19%	4	25%	1	6%
Coefficiente linear	10	63%	4	25%	0	0%	6	38%	2	13%	0	0%
Coefficiente angular	13	81%	4	25%	1	6%	2	13%	4	25%	1	6%
Velocidade média	6	38%	1	6%	1	6%	11	69%	5	31%	2	13%
Velocidade instantânea	7	44%	0	0%	0	0%	11	69%	3	19%	1	6%
Função posição	7	44%	6	38%	3	19%	6	38%	2	13%	1	6%
Acréscimo	10	63%	3	19%	1	6%	2	13%	3	19%	1	6%
Engenharia Ambiental	12	75%	3	19%	2	13%	14	88%	2	13%	2	13%
Coefficiente de variação	8	50%	4	25%	0	0%	8	50%	3	19%	0	0%

(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

A Tabela 1 nos fornece a quantidade de relações realizadas pelos alunos. As palavras sugeridas deveriam ser associadas à Matemática e/ou à Física indicando o nível de relação (1) –relação forte, (2) - relação moderada e (3) – relação fraca. Salientamos que a escolha da Matemática não exclui a possibilidade da escolha

pela Física, logo a soma das relações não será igual ao número de alunos do grupo (N=16). Por exemplo, se um aluno considerar relação forte da palavra “Aceleração”, ele poderá considerar essa mesma relação com a Física, logo esse aluno será contado duas vezes. Não são eventos mutuamente exclusivos.

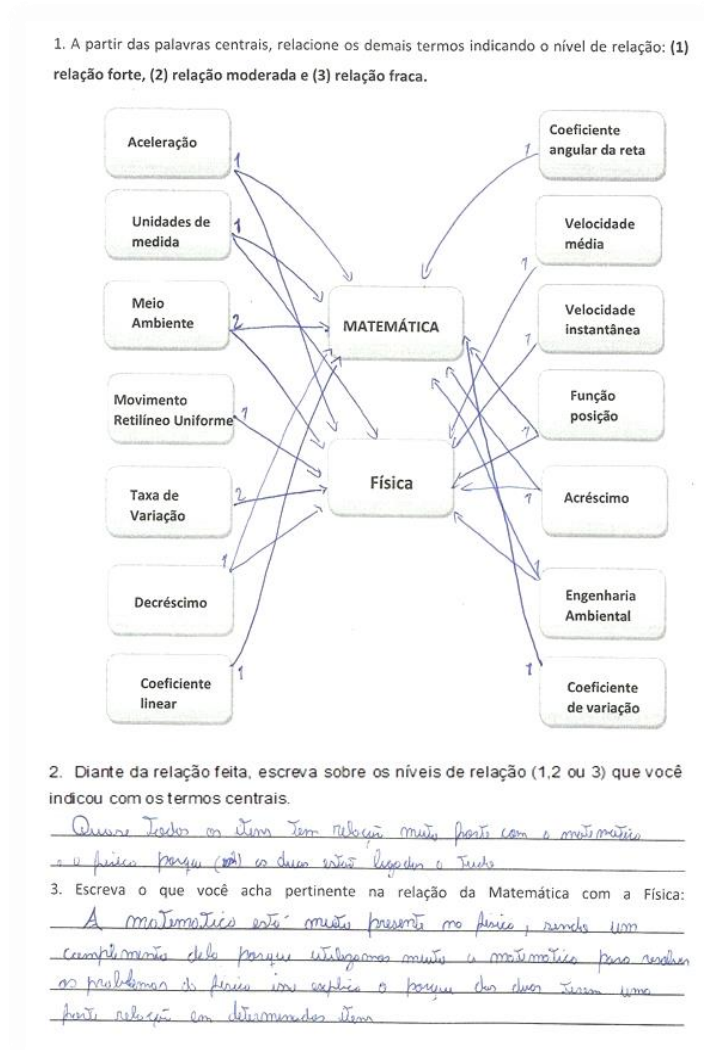
As palavras com maior destaque foram “Meio Ambiente” com 44% dos alunos consideraram relação forte com a Matemática e com a Física. O termo “Função Posição” obteve 44% de relação forte com a Matemática e 38% de relação forte com a Física. A palavra “Engenharia Ambiental” obteve o maior índice com 75% de relação forte com a Matemática e 88% com a Física.

Acreditamos que por serem alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e essas disciplinas comporem a grade curricular, grande parte dos alunos indicou essa relação. O termo “Coeficiente de Variação” alcançou 50% de relação forte para ambas áreas. As demais sentenças obtiveram discrepância significativa, como por exemplo a palavra “Coeficiente angular” que alcançou 81% de relação forte com a Matemática e 13% da mesma relação com a Física, conforme verificado na Tabela 1.

Ao contrário do que foi indicado pelos alunos nas relações propostas, a grande maioria mencionou que a relação da Matemática com a Física está presente na utilização da Matemática como suporte para a resolver problemas algébricos.

Observou-se nos relatos que o entendimento da relação entre a Matemática e os fenômenos físicos estudados no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária fica restrito ao uso da Matemática como ferramenta para resolver problemas físicos e não como ciências complementares, conforme exemplificado na Figura 9.

Figura 9: Atividade realizada pelo aluno A3



(Fonte: Acervo dos pesquisadores)

Após as discussões sobre os resultados dos Mapas Mentais (Livre e Direcionado) e a elaboração do texto solicitado, percebeu-se que a maioria dos alunos têm pouca compreensão da importância da relação entre Matemática e a Física com a Engenharia Ambiental e Sanitária. Percebemos que há dificuldade em expressar de forma clara como essa relação se estabelece. Apesar de que alguns alunos percebem a relação existente entre a Matemática e a Física, acredita-se que essa compreensão precisa ser aprimorada para que futuramente o aluno resolva situações-problema no contexto da Engenharia Ambiental e Sanitária.

Nas discussões em sala de aula, os alunos salientaram que esse tipo de abordagem deveria ser realizada pelos demais professores do curso, pois promove o interesse em perceber a importância do Cálculo em sua futura área de atuação como, por exemplo, a fim de diminuir desastres ambientais, como podemos observar na seguinte transcrição:

“... A Matemática e a Física são pré-requisitos básicos para o engenheiro, independente de sua especialização. Isto, porque o engenheiro é um agente transformador da natureza, seus projetos e obras devem ser seguros, e para que

isso aconteça é necessário a Matemática e a Física, pois elas são necessárias para descrever com precisão e de forma coerente o que precisa ser feito...” (aluno A12).

Acreditamos que ao invés de enfatizar o treinamento em habilidades e técnicas rotineiras, estaremos contribuindo na formação do engenheiro moderno, levando-o ao raciocínio crítico, da capacidade de trabalho coletivo, habilitá-lo a frequentes mudanças tecnológicas.

## **CONCLUSÃO**

Foi possível perceber que os alunos apresentaram dificuldades de mobilizar relações com a Matemática de forma isolada, o que foi constatado principalmente no Mapa Mental Livre, onde teve a predominância de palavras que remetem a uma Matemática meramente algoritmizada e mecânica. Da mesma forma, relacionar a Matemática com a Física no Mapa Mental Direcionado remete que grande parte dos alunos ainda separam conceitos relacionados a Matemática e à Física como sendo exclusivos da área específica.

Percebemos que os Mapas Mentais são adequados à organização inicial de ideias, pois este processo de associação permitiu inferir de que forma a relação entre Matemática e a Física é percebida pelos acadêmicos. Talvez os Mapas Mentais utilizados tenham servido de organizadores prévios. Segundo Ausubel (2000), um organizador prévio é um mecanismo pedagógico que estabelece uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber. No entanto, a utilização de Mapas Mentais não garante uma aprendizagem significativa, pois o êxito que pretendemos atingir depende da assimilação de diversos conceitos, seus significados e relações.

Para Ausubel (2000), o estudante deve manifestar uma pré-disposição em aprender, em relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária à sua estrutura cognitiva. Para que ocorra esta pré-disposição em aprender, é imprescindível considerar o mundo onde o aluno está inserido, neste caso, as relações entre a Engenharia Ambiental e Sanitária, a Matemática e a Física.

Portanto, considerando essas relações como ponto de partida para uma aprendizagem significativa, os mapas mentais propostos neste trabalho são um primeiro passo nesse caminho.

# The use of mental maps for understanding the relationship of mathematics and physics

## ABSTRACT

This research is part of a doctoral thesis that is being developed in the Doctoral Program in Education- Teaching of Sciences, at the University of Burgos, Spain. This work was motivated by situations experienced in the teaching of the discipline of Differential and Integral Calculus for incoming students in the courses of Environmental and Sanitary Engineering of a Community University of Santa Maria, RS, Brazil. The study seeks to understand how free associations can contribute to student giving meaning to the concepts of Calculus. The aim of the research is to verify existing subsumers, by means of mind maps and conceptual schemes, in the association between Mathematics and Physics. Thus, to investigate such subsumers, we chose to develop a qualitative approach by constructing a Free Mind Map and a Directed Mind Map. We perceived that both are appropriate to the organization of ideas and to understand how Mathematics and Physics are perceived by students.

**KEYWORDS:** Calculus. Physics. Mind maps. Subsumers. Higher education.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Nessa pesquisa, quando falamos em Física referimo-nos aos fenômenos físicos, ou seja, às mudanças que podem atingir a matéria.
- <sup>2</sup> Segundo Ausubel (2000), a Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo seletivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva.
- <sup>3</sup> A livre associação foi um método utilizado por Sigmund Freud (1976), em substituição à hipnose, que consistia em deitar o paciente no divã e encorajá-lo a dizer o que viesse à sua mente.
- <sup>4</sup> O software NVivo, é um software de suporte para pesquisas de métodos qualitativos que ajuda a organizar e analisar as informações não estruturadas. Disponível em [www.qsrinternational.com](http://www.qsrinternational.com)

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P.; (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D. and HANESIAN, H. (1978). **Educational psychology: A cognitive view**. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- BISOGNIN, E; BISOGNIN, V.; BURIOL, C. (2009). **Atividades de Investigação como Alternativa Metodológica para o Ensino de Matemática**. In: Maria Clara Resende Frota; Lilian Nasser (Org.). Educação matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates. Recife: SBEM, v.5, p. 189-202.
- BOGDAN, R.C. e BIKLEN, S.K. (1994). **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Ed Porto.
- BOYER, C. B. (1949). **The History of the Calculus and its Conceptual Development**. New York: Dover Publications.
- BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map look**. New York, NY: Dutton Books. 320 p. 1994.



BUZAN, T. **Saber Pensar** - Editorial Presença, Lisboa, 1996.

**CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO.** Resolução CNE/CES/11/2002, aprovado em 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 9 de abril de 2002. Seção 1.

DAVIS, P.; HERSH, R. (1995). **A Experiência Matemática.** Tradução Fernando Miguel Louro e Ruy Miguel Ribeiro. Lisboa: Gradiva.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

GRECA, I.M. e MOREIRA, M. A. (2001). **Mental models, physical models and mathematical models in the teaching and learning of physics.** Science Education, 86, 1,106-121.

HESTENES, D. (2003). **Reforming the mathematical language of physics.** American Journal of Physics, 71, 2,104-121.

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

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.

OLIVEIRA, V. F. **Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia.** Revista de Ensino de Engenharia. V. 24, n. 2, p. 3-12, 2005.

PATY, M. (1995). **A Matéria roubada.** São Paulo: Edusp

PINTO, D. P., NUNES, R.P., OLIVEIRA, V.F. (Orgs.). Prefácio. **Educação em engenharia, evolução, bases e formação.** Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção – FMEPRO Editora, 2010.

POINCARÉ, H. (1995). **O Valor da Ciência.** Tradução Maria Helena Franco Martins. Rio de Janeiro: Contraponto.

SILVA, C. C. (2002). **Da Força ao Tensor: Evolução do Conceito Físico e da Representação Matemática do Campo Eletromagnético.** Tese de Doutorado.

Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física “Gleb Wataghin”,  
Campinas.

SOUZA, A.C.G., PINTO, D.P., PORTELA, J.C.S. **Lei de diretrizes e bases da educação e diretrizes curriculares nacionais para a engenharia.** In: PINTO, D. P., NUNES, R.P., OLIVEIRA, V.F. (Orgs.). Educação em engenharia, evolução, bases e formação. Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção – FMEPRO Editora, 2010, p. 35-53.

**Recebido:** 2018-06-26

**Aprovado:** 2019-02-09

**DOI:** 10.3895/rbect.v12n3.8492

**Como citar:** STEFENON, L. O.; MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C. O uso de mapas mentais para a compreensão da relação de matemática e física na engenharia ambiental e sanitária. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8492>>. Acesso em: xxx.

**Correspondência:** Leticia Oberoffer Stefenon - [leticia.stefenon@hotmail.com](mailto:leticia.stefenon@hotmail.com)

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

