

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Francisco Halyson Ferreira Gomes*

Ewerton Wagner Santos Caetano**

Francisco Régis Vieira Alves***

Resumo: O objetivo deste trabalho é investigar os conhecimentos sobre Gravitação de alunos da disciplina Física Geral 2 do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação do Ceará IFCE. Para isso utilizamos como instrumento de pesquisa o uso de mapas conceituais. Conhecer o que o aluno já sabe sobre determinado assunto é um dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Os mapas desenhados pelos alunos passaram por uma análise quantitativa, ao serem pontuados seguindo as orientações de Joseph Novak, sendo critérios de análise a hierarquia dos conceitos, as proposições válidas, a ligação entre os conceitos e os exemplos. Foi feita uma análise qualitativa dos mapas nos mostrou que conceitos estavam presentes de forma significativa na estrutura cognitiva dos alunos. Os dados mostram que a maioria dos alunos consegue fazer a diferenciação progressiva, quando o aluno é capaz de, a partir de um conceito geral, traçar conceitos mais específicos. Os alunos tiveram dificuldade em dar exemplos sobre Gravitação, bem como em relacionar conceitos presentes em diferentes ramos do mapa desenhado. Estes resultados são úteis para dar suporte ao desenvolvimento de metodologias que tornem o ensino de Física mais significativo, dentre elas o uso de ferramentas tecnológicas digitais.

Palavras-chave: Mapa conceitual. Ensino de Física. Aprendizagem significativa.

1 Introdução

Ensinar Física pode não ser uma das tarefas mais fáceis. Dentre os problemas estão o uso de metodologias de ensino que não atendem as necessidades de formação de conhecimentos dos alunos, falta de estrutura física das escolas para o desenvolvimento de atividades pedagógicas e uma formação inicial e continuada de professores deficiente. Soma-se a isso o fato de que alguns alunos olham para a Física como uma disciplina impossível de ser compreendida.

* Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação do Ceará.

** Orientador. Doutor em Física e professor do Instituto Federal de Educação do Ceará.

*** Coorientador. Doutor em Educação e professor do Instituto Federal de Educação do Ceará.



Estamos lidando com vários fatores em diferentes complexidades e alguns deles fogem do controle do professor. Numa pesquisa sobre ensino de Física, como a que propomos realizar, é necessário apoiar-se numa teoria da aprendizagem que nos dê material suficiente para propor metodologias de ensino que estejam de acordo com aquilo que o professor deseja desenvolver em sala de aula. Na realização deste trabalho nos apoiamos na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel e corroborada por Joseph Novak, que desenvolveu e aprimorou o uso de mapas conceituais (MC).

A TAS está intimamente ligada a uma rede de associações que o estudante faz sobre um determinado tema. Para formar essa rede de informações o estudante precisa ter conhecimentos prévios, que lhe dará sustentação na construção de um conhecimento mais complexo, chamados por Ausubel de subsunçores. Estes elementos, que fazem parte da estrutura cognitiva do aluno, funcionam como âncoras, nos quais os novos conhecimentos vão sendo encaixados. Dessa forma o aluno consegue dar significado ao que está aprendendo.

Em Física, é importante que o aluno desenvolva competências e habilidades que o façam perceber e interpretar fenômenos físicos e a TAS pode ajudar o professor a desenvolver métodos que leve os alunos a desenvolver um pensamento sobre ciência de forma gradual e solidificada. Para que isso aconteça, o professor precisa ter em mente que a TAS se apoia em três pontos: o aluno precisa querer aprender; devem-se utilizar elementos pedagógicos que tenham um potencial significativo e o professor precisa levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

Esta pesquisa faz parte de um projeto de mestrado que busca o entendimento sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Gravitação. Antes de propor o uso do computador para a realização das atividades sobre Gravitação, seria necessário, segundo a TAS, saber o que os alunos conhecem sobre o assunto a ser abordado.

O objetivo desse trabalho é investigar os conhecimentos prévios sobre Gravitação de licenciandos em Física do Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE) por meio do uso de mapas conceituais. Após cada aluno desenhar um MC, foi feita sua classificação, pontuação e socialização.

A análise quantitativa dos mapas, criados pelos alunos, levou em consideração aspectos da tabela de pontuação desenvolvida por Novak. Para pontuar os MC, levamos em consideração a hierarquia dos conceitos, as proposições válidas, as ligações cruzadas entre os conceitos e os exemplos. A análise qualitativa foi feita a partir das proposições válidas de cada mapa, com isso pudemos perceber quais os conceitos estariam mais ancorados na estrutura cognitiva dos alunos.

Observamos que alguns alunos desconheciam mapas conceituais e alguns chegaram a confundir com mapas mentais. Um dos alunos não conseguiu construir um MC que seguisse os preceitos ausubelianos, no qual os conhecimentos mais gerais são apresentados primeiro e a partir deles os conceitos mais específicos são apresentados em seguida. A leitura dos mapas nos fez perceber que a maioria dos alunos consegue fazer a diferenciação progressiva dos conceitos relacionados ao tema Gravitação. Quanto ao formato dos mapas, a maioria seguiu o modelo do tipo Hierárquico.

Quando analisamos as proposições válidas, percebemos que os alunos concentram os conhecimentos em dois conceitos: Leis de Newton e Leis de Kepler. Neste trabalho estamos utilizando MC como ferramenta de avaliação, essas apreensões, sobre os conhecimentos prévios, são úteis ao passo que ajudam o professor a desenvolver atividades direcionadas, isto é, o professor otimiza seu tempo em sala de aula e pode abordar, utilizando métodos de ensino que ele julga adequado e que tenham potencial significativo, assuntos que encontrariam um ponto de ancoragem na rede cognitiva do aluno.

2 Metodologia

A investigação deste trabalho envolveu alunos matriculados na disciplina Física Geral 2 do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE), o grupo amostral foi composto por 8 alunos. Ausubel (1968) fala que o conhecimento por parte do professor da bagagem cognitiva do aluno é um dos passos para o sucesso da aprendizagem. Com isso nos propomos a investigar os conhecimentos prévios desses alunos sobre temas ligados a Gravitação.

Este trabalho foi delineado em quatro etapas, seguindo a proposta de Novak (1984): apresentação do conteúdo, exercícios sobre mapas conceituais, elaboração de mapas conceituais pelos alunos e análise dos mapas produzidos.

A apresentação do conteúdo foi realizada pelo professor da disciplina, em encontros semanais, totalizando 12 horas. Na ocasião foram discutidos os principais conceitos sobre Gravitação. Logo após a discussão teórica e realização de exercícios, foi solicitado aos alunos que representassem seus conhecimentos sobre o tema no formato de um mapa conceitual. Deveriam desenhar um MC sem utilizar material para consulta. Os mapas foram analisados seguindo a classificação quantitativa proposta por Novak (1984) e classificados utilizando as recomendações de Tavares (2007) quanto ao tipo: Aranha, Fluxograma, Entrada e saída e Hierárquico. Também fizemos a análise das proposições válidas dos mapas desenhados.



3 A Física num contexto de uma aprendizagem significativa

A Física, segundo o currículo proposto pelo Ministério da Educação (MEC), entra na vida escolar dos alunos no ensino fundamental, faz parte do rol de disciplinas do ensino médio e pode estar presente no ensino superior, dependendo da opção de curso do aluno. Mesmo tendo estudado essa disciplina por tantos anos, alguns alunos possuem dificuldade em entender os fenômenos estudados e não compreendem as contribuições da Física para o desenvolvimento tecnológico e social. Então, feito o diagnóstico de que o aluno possui deficiências em aprender Física, como professor pode agir de forma a facilitar a aprendizagem? Que métodos de ensino podem ser utilizados para que o aluno possa construir um pensamento científico fortalecido?

O egresso do curso de licenciatura em Física, conforme a legislação brasileira, deve possuir competências e habilidades ligadas ao entendimento e explicação de fenômenos, ele também deve desenvolver ao longo do curso a capacidade de utilizar instrumentos matemáticos e tecnológicos e ter domínio de linguagem adequada para expressar seu pensamento.

Chaves e Shelard (2005) evidenciam que há falta de contextualização dos temas abordados em sala de aula. Não existe, muitas vezes, uma conexão entre os conteúdos estudados e os produtos que as pessoas recebem, derivados do desenvolvimento científico. Os autores defendem a ideia de trabalhar no currículo de Física temas que possam servir para o debate sobre desenvolvimento tecnológico e suas implicações na vida das pessoas.

O pensamento de tornar a Física mais próxima do cotidiano do aluno e, dessa forma, tentar melhorar o entendimento de fenômenos físicos é defendido pelos PCN+ (2002). Existe por parte desse documento uma orientação de que a Física deixe ser reconhecida como um modelo engessado, no qual conceitos e equações são apresentados sem nenhuma conexão e se aproxime de um sistema que incorpora ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Chaves e Shellard (2005) mostram que para formar um bom professor de Física é preciso lhe oferecer conteúdos sólidos e atualizados sobre a ciência que oportunize, durante a formação, a busca de novas formas de conhecimento e a criação, por parte do professor, de vivências quanto ao uso de tecnologias aplicadas ao ensino de Física.

Mas, como ocorre a aprendizagem? Ausubel é um representante do cognitivismo e, segundo Moreira e Massini (2001), defende a ideia que a aprendizagem ocorre a partir da organização e integração de material à estrutura cognitiva. Assim, para o aluno sair da



condição de receptor, aquele que somente concebe como verdade o que o professor repassa e não tem a capacidade de arguir sobre o que é certo e errado, para a condição de protagonista da construção do conhecimento, é preciso que o novo material, isto é, o novo conhecimento, interaja com os conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno.

Conforme os autores, essa interação se dá a partir do momento que o sujeito se confronta com o objeto pela primeira vez. Ao se colocar diante do novo, o aluno buscará sua identificação. Dar significado a algo é uma condição inerente ao homem. Uma vez diante de uma quantidade enorme de informações, é preciso selecionar, classificar e reter aquilo que for de seu interesse.

Os cognitivistas sustentam que aprendizagem de material significativo é, por excelência, um mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de ideias e informações de um corpo de conhecimentos. A posse de habilidades que tornam possível a aquisição, retenção e aparecimento de conceitos na estrutura cognitiva, é que capacitará o indivíduo a adquirir significados. (Moreira e Massini, 2001, p. 5)

Dessa forma, ao criar metodologias que se baseiam na TAS, o professor estaria inserindo seu aluno num contexto de significação de conceitos, os quais fariam parte de uma rede cognitiva e poderiam ser resgatados sempre que necessário. Logo, se faz necessário, por parte do professor, usar instrumentos que tenham um caráter significativo, inclusive durante a avaliação da aprendizagem.

O conceito de avaliar, na TAS, ganha a conotação de analisar o produto do processo de ensino. Lemos (2011), fala que a aprendizagem significativa é o processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação com outra que já existe na sua rede cognitiva. Então, o processo de avaliação dentro do contexto da TAS tem o objetivo de verificar se o aluno consegue atribuir significado aos conceitos.

No ensino de Física, os professores sairiam de modelo de avaliação na qual o aluno é testado quanto a sua capacidade de memorização de equações e análise de fenômenos destoantes de sua realidade e se aproximariam de processo avaliativo no qual o aluno pudesse empregar os conceitos, já presentes na sua rede cognitiva, para solucionar problemas, sem com isso esquecer o formalismo matemático.

Novak (1984) propõe o uso de mapas conceituais (MC) como instrumentos pedagógicos para uma aprendizagem significativa. Um MC pode ser uma ferramenta de ensino e aprendizagem, ao passo que ajuda na organização, de forma hierárquica, dos conceitos, facilitando que os novos conhecimentos se ancorem aos conhecimentos já existentes. Um MC pode ser usado também como instrumento de avaliação, por ser um

elemento idiossincrático, ou seja, por possuir caráter individual, expõe como o aluno percebe e relaciona os conceitos ensinados em sala de aula.

4 Mapas conceituais como instrumentos de avaliação

Segundo Moreira (2000), MC são diagramas que têm como objetivo estabelecer uma relação entre conceitos de alguma área de interesse. Essas relações são feitas por meio de instrumentos de conexão, por exemplo, setas, que irão ajudar na leitura e compreensão do mapa. MC não são fluxogramas, que possuem uma estrutura rígida quanto a direção preferencial. Outra característica é não possuírem um caráter único, ou seja, para um mesmo tema podem ser elaborados diferentes mapas conceituais.

Segundo Almeida et al. (2003), mapas conceituais não sugerem hierarquias de poder entre os conceitos, por isso não podem ser confundidos com fluxogramas. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais. Um MC deve mostrar como o aluno relaciona os conceitos, de forma que os mais gerais devem preceder os mais específicos.

Segundo Almeida et al. (2003), Novak instituiu os mapas conceituais como uma ferramenta de organização do conhecimento. MC não possuem uma estrutura prévia e podem ser desenhados da forma como o seu autor preferir. Para Almeida et al. (2003), a única preocupação na elaboração de um mapa são os conceitos e o cuidado para que eles estejam dispostos de forma adequada para facilitar a leitura.

Tavares (2007) cita algumas vantagens para o uso de MC:

- a) A organização dos conteúdos, pois sugerem ao aluno uma sequência lógica; facilitam a estruturação da rede cognitiva;
- b) A hierarquia auxilia na difusão do conhecimento, ao passo que ajuda o aluno a partir de um ponto mais geral para um mais específico;
- c) Construindo seu próprio mapa, o aluno tem a oportunidade de externar seu conhecimento;
- d) Serve de material potencialmente significativa para a aprendizagem.

Moreira e Rosa (1986) orientam sobre a forma de se desenhar um MC:

- a) Identificar os conceitos chaves e ordená-los de forma que os mais gerais estejam no topo do mapa e os mais específicos na base;
- b) Limitar o mapa ao assunto que ele aborda;
- c) Conectar os conceitos por meio de linhas, setas e palavras de ligação;

d) Agregar exemplos.

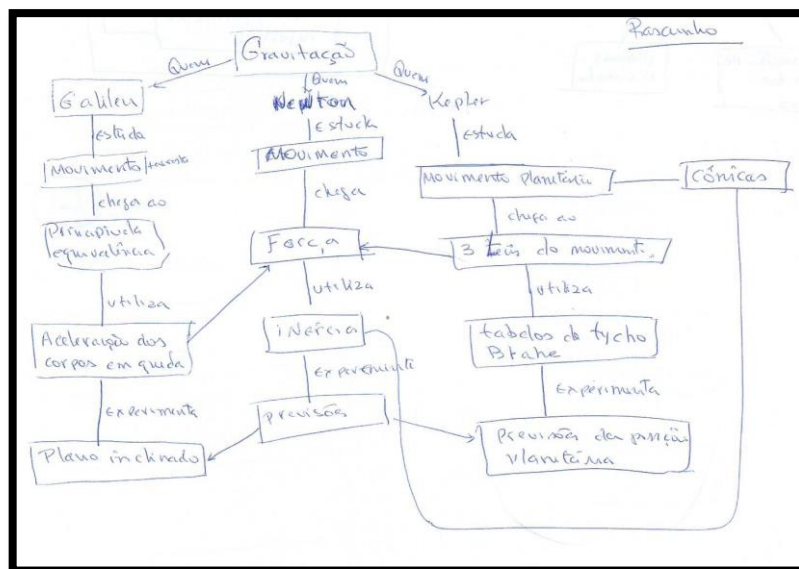
5 Análise e discussão dos MC

Tavares (2007) desenvolveu um trabalho de classificação dos mapas conceituais quanto ao seu formato. Ele elencou quatro tipos principais de MC: aranha, fluxograma, entrada e saída e hierárquico.

Identificamos que a maioria dos alunos construíram mapas do tipo hierárquico. Nesse modelo, a informação é apresentada de forma que o conceito mais geral é apresentado no topo do mapa e a partir dele partem os conceitos mais específicos. Vale lembrar que hierarquia, num MC, não significa dizer que um conceito é mais importante que outro. Dessa forma, num mapa do tipo hierárquico deve-se observar como os conceitos são organizados e se eles seguem uma linha clara de conexão. Essa estratégia mostra-se relevante por tornar o aluno mais ativo, ou seja, o aluno precisa decidir quais os conceitos mais gerais e colocá-los em ordem de especificidade.

Para exemplificar, apresentamos na Figura 1 um MC do tipo hierárquico desenhado pelo Aluno 5. Neste mapa percebemos a presença do conceito central, ou seja, aquele do qual irá se desenhar os ramos do MC. É possível verificar que esse conceito é GRAVITAÇÃO. Partindo dele, temos os conceitos GALILEU, NEWTON e KEPLER, percebemos que para um desses conceitos o Aluno 5 criou um ramo diferente, para explicar como esses físicos viam a questão do MOVIMENTO.

Figura 1 - Mapa conceitual criado pelo Aluno 5



Fonte: os autores



Na aprendizagem significativa, o conceito de avaliar ganha a conotação de analisar o produto do processo de ensino. Lemos (2011), fala que a aprendizagem significativa é o processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação com outra que já existe na sua rede cognitiva. Então o processo de avaliação de uma aprendizagem significativa tem como objetivo verificar se o aluno consegue atribuir significado aos conceitos.

Na sua concepção mapas conceituais são instrumentos de análise qualitativa, no qual o professor analisa as ligações conceituais que o aluno realiza. Mas, dado que vivemos numa sociedade orientada pelos números, grande parte dos alunos e professores queriam pontuar os mapas conceituais (NOVAK, 1984, p.113). Assim, podemos dizer eu não existe mapa certo ou errado, existe o mapa que o autor produz a partir dos conhecimentos presentes na sua estrutura cognitiva.

O sistema de pontuação para MC, sugerido por Novak, se baseia nas concepções da aprendizagem significativa de Ausubel: estrutura hierarquizada, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. E é a partir desses princípios que um MC pode ser analisado e pontuado.

Segundo Novak (1984), a diferenciação progressiva é o princípio no qual os conceitos adquirem maior significado à medida que vão sendo trabalhados. Os conceitos vão ganhando significado a medida que novas ligações se estabelecem na estrutura cognitiva do aluno. Para ele uma forma de avaliar o estágio de diferenciação progressiva do aluno é pedir que ele construa um MC a partir de um conjunto de conceitos, as ligações que o aluno realizar podem inclusive ajudar ao professor na tomada de decisões sobre metodologias de ensino.

Novak (1984), fala que a reconciliação integradora determina que a aprendizagem significativa é melhorada quando o aluno reconhece novas relações conceituais entre conjuntos de conceitos ou proposições. De forma mais geral, a reconciliação integradora está relacionada a forma como o aluno faz ligações entre conceitos que pertencem a ramos diferentes do mesmo MC, ou seja, as ligações cruzadas.

Novak criou um sistema de pontuação para MC que apresentamos no Quadro 1. O objetivo é verificar se os conceitos estão hierarquicamente organizados, se os conceitos estão sendo utilizados e definidos de forma correta e como a ligação entre esses conceitos está sendo feita. Novak (1984), destaca que a pontuação atribuída a cada categoria a ser investigada, apresentada no Quadro 1, pode ser modificada pelo professor, diferente dos critérios analisados que resultado de esforços e trabalhos realizados sobre ensino e aprendizagem.

Quadro 1- Critérios de pontuação de mapas conceituais.

CRITÉRIO	PONTOS AVALIADOS	PONTUAÇÃO
Proposições	O significado dos conceitos está demonstrado pela linha que os une?	1 ponto para cada proposição válida
Hierarquia	O mapa revela hierarquia?	5 pontos para cada nível hierárquico válido
Ligações cruzadas	O MC revela ligações entre dois conceitos? Essa ligação é significativa e válida?	10 pontos para cada ligação significativa e válida 2 pontos para cada ligação válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições
Exemplos	Objetos concretos que exemplifiquem os conceitos	1 ponto para cada exemplo

Fonte: Adaptado de Novak (1984)

Segundo Novak (1984), proposições indicam relações entre conceitos que são ligados por meio de palavras de ligação, a principal característica a ser observada ao analisar uma proposição é a atribuição de um significado verdadeiro. Apresentamos no Quadro 2 a pontuação dos mapas desenhados pelos alunos:

Quadro 2 - Pontuação dos mapas conceituais

IDENTIFICAÇÃO	CRITÉRIOS	QUANTIDADE	PONTUAÇÃO
Aluno 1	Proposições válidas	7	7
	Hierarquia	2	10
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
Total 17 pontos			
Aluno 2	Proposições válidas	13	13
	Hierarquia	4	20
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
Total 33 pontos			
Aluno 3	Proposições válidas	0	0
	Hierarquia	2	10
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
Total 10 pontos			
Aluno 4	Proposições válidas	0	0
	Hierarquia	3	15
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	2	2
Total 17 pontos			
Aluno 5	Proposições válidas	17	17
	Hierarquia	5	25
	Ligação cruzada	1	10
	Ligação cruzada	2	4
	Exemplo	0	0

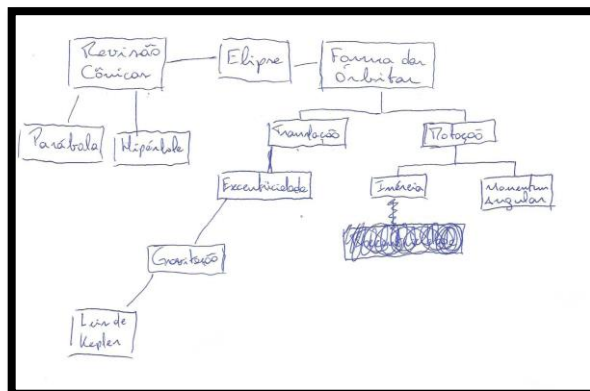
			Total 56 pontos
Aluno 6	Proposições válidas	0	0
	Hierarquia	3	15
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
			Total 15 pontos
Aluno 7	Proposições válidas	0	0
	Hierarquia	1	5
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
			Total 5 pontos
Aluno 8	Proposições válidas	0	0
	Hierarquia	0	0
	Ligação cruzada	0	0
	Exemplos	0	0
			Total 0 pontos

Fonte: os autores

Alguns alunos não pontuaram no critério proposições válidas, pois a tabela proposta por Novak se baseia no modelo ausubeliano. Nesse modelo, conforme Novak (1984) e Almeida et al. (2003), precisam ser utilizadas palavras de ligação entre dois conceitos que podem ser, preposições, verbos ou até mesmo frases curtas.

O caso descrito foi verificado no mapa desenhado pelo Aluno 8, apresentado na Figura 2. Ele não organizou as ideias de forma hierárquica, ou seja, não houve uma diferenciação progressiva uma vez que ele colocou o conceito GRAVITAÇÃO como sendo mais específico do que o conceito EXCENTRICIDADE, soma-se a isso o fato de não haver palavras de ligação, dificultando a elaboração de proposições válidas.

Figura 2 – Mapa desenhado pelo Aluno 8



Fonte: os autores

A análise qualitativa de um mapa conceitual passa pelo exame da validade das proposições. Para Oliveira e Silva et al. (2014) mapas conceituais representam a idiossincrasia de conceitos, isto é, indicam as relações lógicas construídas pelo indivíduo que construiu o

mapa. Dessa forma não podemos dizer, ao avaliar um MC, que existe mapa certo ou errado, vale o mapa que a pessoa constrói. Um bom mapa conceitual segundo Tavares (2007) é aquele que possui uma boa seleção de conceitos, além de um grande número de ligações, revelando a familiaridade com o tema.

Nesse trabalho houve o compartilhamento dos mapas produzidos pelos alunos, isto é, após a elaboração dos mapas de forma individual, os mapas foram compartilhados com os outros alunos do grupo e estes puderam elaborar proposições que considerassem válidas.

Como vimos anteriormente, o mapa do Aluno 8 apresentou alguns problemas de execução, dentre eles a falta de hierarquia e palavras de ligação, o Quadro 2 mostra que considerando as regras de pontuação de Novak, este mapa não recebeu pontuação alguma. Entretanto, não o excluímos da análise das proposições, feita pelo Aluno 6. Apresentamos no quadro 3, as proposições que este aluno percebeu desse MC.

Quadro 3 – proposições do MC do Aluno 8

Proposição 1	Por meio do estudo das cônicas (geometria analítica), chegamos ao conceito de parábola e hipérbole e também elipse.
Proposição 2	A elipse nos fornece o formato da órbita.
Proposição 3	Subdividindo temos rotação e translação. Na primeira, destaque para excentricidade, que na gravitação é fundamental para as leis de Kepler.
Proposição 4	Na rotação podemos ver os movimentos de inércia e os momentos angulares do objeto de estudo.

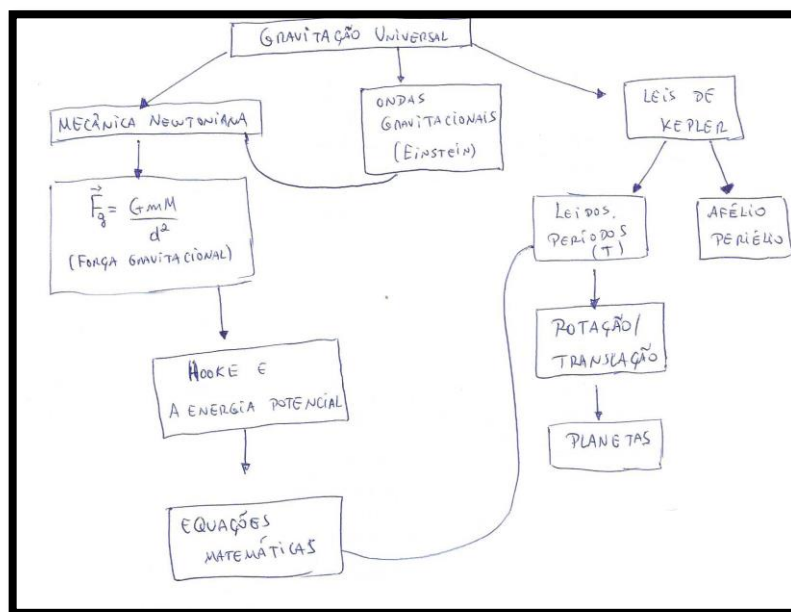
Fonte: Os autores.

Chama atenção, nas proposições elaboradas pelo Aluno 6, a complementação dos conceitos abordados no mapa do Aluno 8. Na proposição 1, o Aluno 6 destaca que o estudo das cônicas é um dos assuntos da Geometria Analítica, nos fazendo perceber que esse aluno já possui, em sua rede cognitiva, elementos de ancoragem para esse assunto.

A falta de hierarquia, já percebida em análise anterior, prejudicou a elaboração das proposições. Na primeira, o conceito ELIPSE é mais específico que o conceito REVISÃO CÔNICAS. Entretanto, o conceito ELIPSE passa a ter um novo papel na proposição 2, passando a ter uma função de conceito central do mapa, quando na verdade o aluno deveria perceber que todos os conceitos de um mesmo braço do MC formam uma única proposição. Queremos dizer com essa análise que a falta de um caminho claro, com palavras de ligações e falta de hierarquia entre os conceitos dificulta uma leitura do mapa e interpretação das suas informações.

Contudo, o fato desse mapa não ter os elementos propostos por Novak (1984) não tira dele o mérito de ter servido como instrumento de ensino para o tema Gravitação. A partir da análise quantitativa e qualitativa desse MC, o professor pode desenvolver metodologias de ensino para corrigir possíveis desvios quanto a construção dos conhecimentos desse tema. Outra questão que levantamos é se o Aluno 6 não estaria resgatando proposições de seu próprio mapa conceitual para elaborar as proposições. Na Figura 3, apresentamos o mapa desenhado por ele.

Figura 3 – Mapa desenhado pelo Aluno 6



Fonte: os autores.

O mapa do Aluno 6 também não possui palavras de ligação entre os conceitos, o que dificulta a elaboração de proposições. Percebemos que em ambos os mapas, do Aluno 8 e Aluno 6, existem alguns conceitos iguais. Esse fato reforça a ideia que o Aluno 6, resgatou de sua estrutura cognitiva conceitos que o ajudaram a construir as proposições apresentadas no Quadro 3.

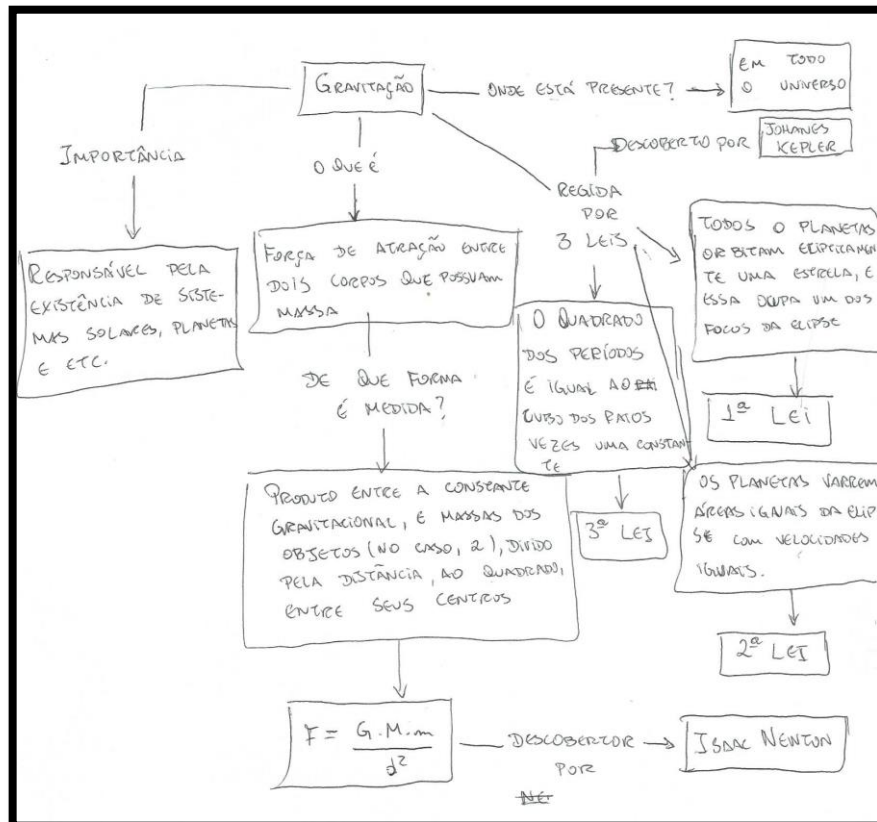
Assim, o mapa conceitual, para este aluno, cumpriu o papel de retomada de conhecimentos, ou seja, os conhecimentos prévios sobre o assunto Gravitação do Aluno 6 foram úteis para a elaboração do seu próprio mapa quanto na elaboração e complementação de proposições do mapa do Aluno 8.

Encontramos em Silveira e Miltão (2011) a explicação para que o mapa do Aluno 8 tenha conseguido alcançar certo sucesso na elaboração de proposições, os autores nos falam que mapas conceituais não precisam necessariamente seguir o modelo ausubeliano, bem como

não há uma obrigatoriedade de seguir regras rígidas para sua elaboração. Para esses autores mais vale a finalidade de um mapa de MC do que os meios que foram usados para sua construção.

Na Figura 4 apresentamos o mapa desenhado pelo Aluno 2, que teve a segunda melhor pontuação na classificação sugerida por Novak (1984).

Figura 4 – Mapa desenhado pelo Aluno 2



Fonte: os autores

Podemos destacar no mapa do Aluno 2 a presença das palavras de ligação, o que, segundo Moreira e Rosa (1986), diminui a necessidade do autor explicar o MC, o seja, a presença de conectores entre os conceitos aumenta a autossuficiência do MC. Observamos nesse mapa o excesso de palavras no campo destinado ao conceito. Agora apresentamos no Quadro 4 as proposições que o Aluno 1 percebeu e considerou válidas a partir do mapa desenhado pelo Aluno 2.

Quadro 4 – proposições do mapa do Aluno 2

Proposição 1	Gravitação responsável pela existência de sistema solares, planetas, etc.
Proposição 2	Gravitação força de atração entre dois corpos, que possuem massa.
Proposição 3	Força gravitacional é $F = \frac{G.m.M}{d^2}$, força gravitacional é igual a constante gravitacional pelo produto das massas dos objetos diretamente proporcional ao quadrado a distância dos corpos.
Proposição 4	A primeira Lei de Kepler para gravitação, todos os planetas orbitam elipticamente uma estrela.
Proposição 5	A segunda lei de Kepler planetas varrem áreas iguais da elipse.
Proposição 6	A terceira lei de Kepler o quadrado dos períodos é igual ao cubo dos raios.

Fonte: os autores

Observamos que cada ramo do MC deu origem a uma proposição. Estas foram construídas de forma clara e conceitualmente corretas, embora de forma simples. O mapa apresenta elementos da diferenciação progressiva, ao especificar os conceitos ao longo do mapa além de elementos que nos faz dizer que este aluno faz a reconciliação integradora entre os conceitos. Isto é, o aluno consegue interligar conceitos de diferentes ramos do MC.

Oliveira e Silva *et. al* (2014) falam que três pontos precisam ser avaliados pelo professor ao trabalhar mapas conceituais em sala:

- a) As experiências vividas pelo aluno se refletem na construção do mapa;
- b) As ligações entre as ideias e as experiências dos alunos são externalizadas no mapa;
- c) Embora o mapa conceitual seja um instrumento individual ele deve carregar traços em comum.

MC são instrumentos para uma aprendizagem significativa que servem como roteiro de estudo, extração de significados de textos e como exploração do que os alunos sabem sobre um determinado tema. Neste trabalho verificamos pela análise dos MC desenhados pelos alunos que os conceitos ligados a Kepler, a Newton e as suas leis para o movimento dos corpos celestes são recorrentes. Essas informações são importantes, pois ajudam o professor na tomada de decisões sobre a metodologia a ser utilizada para tornar o ensino de Física mais significativo.

6 Considerações finais

Será que o aluno realmente aprende aquilo que o professor ensina em sala de aula? Este questionamento é importante para que o professor reflita sobre sua prática pedagógica e trace um caminho, utilizando instrumentos de ensino adequados, para atingir os objetivos pedagógicos que ele propõe.

Ao aluno de licenciatura em Física é essencial que ele construa conhecimentos que serão futuramente resgatados e utilizados em diferentes situações, seja na observação de um fenômeno ou na vida profissional. Diferente de uma aprendizagem mecânica que prioriza a memorização, a aprendizagem significativa prioriza um ensino voltado para a compreensão de conceitos e que estes se tornem parte de uma rede cognitiva do aluno, podendo ser resgatados e utilizados quando necessário.

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) tem como um de seus princípios que o professor deve levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Novak acrescentou a TAS o uso de mapas conceituais (MC) para, além de outras coisas, avaliar que conceitos fazem parte da estrutura cognitiva do aluno.

O mapa conceitual é um instrumento de ensino e aprendizagem individual. Cada aluno desenvolve e desenha seu próprio mapa, baseado nas associações cognitivas que ele desenvolve sobre um determinado assunto. Então, ao investigar os conhecimentos sobre Gravitação dos licenciandos em Física do IFCE, estávamos utilizando o MC como instrumento de avaliação desse tema. A maioria dos mapas desenhados pelos alunos seguiu um modelo hierárquico. Os conceitos mais gerais são apresentados no topo do mapa e partir dele são colocados conceitos mais específicos.

A tabela de pontuação de mapas conceituais, proposta por Novak, surge da necessidade de dar uma nota, prática comum em teorias de ensino e aprendizagem tradicionais e que fazem parte da maioria de instituições de ensino. Cabe lembrar que essa tabela pode ser modificada pelo professor, ou seja, os critérios analisados e os pontos atribuídos a cada um deles pode ser modificado pelo professor.

A análise quantitativa dos mapas desenhados pelos alunos mostra que a maioria dos alunos faz a diferenciação progressiva dos conceitos, isto é, estabelece a especificidade dos conceitos de Gravitação, porém alguns alunos não colocaram nos seus mapas o último elemento dessa especificação, os exemplos. Um aluno não ter desenhado um mapa conceitual com as características de um mapa ausubeliano nos faz pensar sobre a metodologia adotada neste trabalho. Ou este aluno não entendeu sobre o conceito e construção de um MC ou esse aluno realmente possui dificuldades em dar significados aos conceitos de Gravitação.

Numa abordagem de uma aprendizagem significativa o mapa conceitual se mostra uma ferramenta útil para que o aluno possa externar o que aprendeu. A análise das proposições válidas mostrou que os alunos estruturaram suas redes cognitivas em conceitos ligados à lei da gravitação universal de Newton e às leis de Kepler.

Diante disso o professor tem material para traçar estratégias de ensino. Sabendo que os alunos concentram suas ideias num determinado assunto do tema abordado em sala de aula, o professor pode sugerir leituras, para ampliar o pensamento do aluno e assim aumentar a quantidade de ligações com os conceitos já existentes em seu cognitivo.

Como mencionamos, este estudo é parte da investigação do uso de ferramentas computacionais para o ensino de Física. Saber que conceitos estão presentes na estrutura cognitiva do aluno precisa ser para o professor mais que atribuir uma nota ao fim de um ciclo escolar. O aluno que conclui o curso de licenciatura em Física precisa, ao longo do curso, vivenciar situações que o ajude a desenvolver competências e habilidades para um pleno exercício de sua função docente. Tornar-se professor de Física é mais que entender dos formalismos matemáticos, é estar imerso num ambiente de atualização científica, usar instrumentos técnicos para auxiliar na compreensão dos fenômenos, além de aprender a fazer a ponte entre o saber teórico e o saber docente.

THE USE OF CONCEPT MAPS IN PHYSICS TEACHING

Abstract: The aim of this paper is to investigate the knowledge about Gravity of Physics' students of *Instituto Federal de Educação do Ceará* the (IFCE). For this, we use conceptual maps. Previous knowledge is one of principles from David Ausubel's Significant Learning Theory (TAS). We made a quantitative analysis about the maps drawn by the students, applying for this Joseph Novak's table to conceptual maps. We analyzed the hierarchy of concepts, the valid propositions, the connections between the concepts and the examples provided. A qualitative analysis of the maps has revealed that it conceptualized a significant formation in the students' cognitive structure. The students had difficulty in giving examples, as well as in relating concepts presented in different positions of the map. These results are useful to support the development of methodologies that have made teaching Physics more meaningful, among them the use of digital technological tools.

Keywords: Concept maps. Physics learning. Significant learning.



Referências

AUSUBEL, David Paul. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968

ALMEIDA, Fabiana C.P. de et al. **Mapas conceituais: avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico**. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru, Anais... Bauru, 2003

CHAVES, Alaor; SHELLARD, Ronald Sintra. **Física para o Brasil: pensando o futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005

LEMOS, Evelyse dos Santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras da avaliação. **Aprendizagem significativa em revista**. v 1. n.1, p. 25 – 35, 2011

MEC. **PCN + Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: SEMTEC, 2002. 144 p.

MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, Paulo. Mapas conceituais. **Caderno catarinense de ensino de Física**. v. 3, n. 1, p. 17 – 25, 1986

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. In: III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2000, Lisboa. Anais... Peniche, 2000

NOVAK, Joseph D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Paralelo, 1984. 210 p.

OLIVEIRA E SILVA, Paulo Fernando Zaratini et al. Análise de mapas conceituais: uma perspectiva fenomenológica. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 4, n.3, p. 1 – 10, 2014

SILVEIRA, Tamila Marques; MILITÃO, Milton Souza Ribeiro. **Ensino de física com o auxílio dos mapas conceituais: à guisa de motivação para o ensino de astronomia no nível fundamental**. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2011, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, 2011

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p.72-85, 2007.