



O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NA AVALIAÇÃO DE SABERES EM ESTRUTURA DA MATÉRIA NO ENSINO BÁSICO

The use of conceptual maps in the assessment of knowledge in the material structure in basic education

Ana Paula Rebello¹

Lisiane Araujo Pinheiro²

João Bernardes da Rocha Filho³

(Recebido em 10/11/2015; aceito em 04/09/2016)

Resumo: Este artigo apresenta o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação na educação básica, na área de ciências da natureza, no âmbito do Ensino Médio Politécnico, em uma escola pública do estado do Rio Grande do Sul. Os autores assumiram a avaliação como sendo emancipatória, tendo como referencial teórico as ideias sobre aprendizagem significativa de Ausubel e seus seguidores, avaliando mapas desenvolvidos por estudantes e tecendo reflexões sobre seu uso. Os mapas analisados foram produzidos após atividades investigativas, e suas complexidades foram avaliadas com base na ocorrência de conectivos, flechas e a quantidade de relações estabelecidas entre os conceitos físicos relacionados ao assunto Estrutura da Matéria. Os estudantes ampliaram suas compreensões interdisciplinares e de múltiplos níveis sobre os conceitos científicos abordados, e se tornaram capazes de comunicá-los de modo menos formal, mais amplo, dinâmico e complexo, nos moldes da estrutura hierárquica da ciência contemporânea.

Palavras-chave: Mapas Conceituais. Ensino de Ciências. Aprendizagem Significativa. Ensino Médio Politécnico.

Abstract: This paper presents the use of conceptual maps as an evaluation tool in basic education in the field of natural science, which takes place in a public polytechnic school in the State of Rio Grande do Sul. The authors admitted the assessment as emancipatory, having as a theoretical framework the ideas of meaningful learning of Ausubel and his followers, assessing maps developed by students and weaving reflections on their use. The analyzed maps were produced after investigative activities, and its complexities were evaluated based on the occurrence of connective, arrows and the number of relationships established between the physical concepts related to the subject: material structure. The students extended their interdisciplinary and multi-level comprehensions on the addressed scientific concepts, and they became capable to communicate in a less formal way, broader, both dynamical and complex, similar to the hierarchical structure of contemporary science.

Keywords: Conceptual Maps. Science Teaching. Meaningful Learning. Polytechnic High School Education.

How to cite this paper: REBELLO, A. P.; PINHEIRO, L. A.; ROCHA FILHO, J. B. O uso de mapas conceituais na avaliação de saberes em estrutura da matéria no ensino básico. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v.9, n.19, p. 254–268, jul-dez, 2016.

¹ Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática – PUCRS, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: ana.rebello@acad.pucrs.br.

² Doutoranda em Ensino de Física – UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: lisi.ap@terra.com.br.

³ Pós Doutor em Enseñanza de las Ciencias. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUCRS, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: jbrfilho@pucrs.br.

Introdução

Diante do constante avanço da tecnologia e da amplitude de suas implicações sociais, o ensino de Ciências na educação básica brasileira requer permanente atualização em relação ao modo como essa área do conhecimento é abordada. No entanto, a forma frequentemente fragmentada e descontextualizada com que os conteúdos das disciplinas científicas são apresentados impede a aprendizagem significativa, reduzindo a compreensão dos temas abordados em suas relações com os demais campos do saber (GARRUTTI; SANTOS, 2004).

Com o objetivo precípua de solucionar este e outros problemas, o estado do Rio Grande do Sul, a partir de 2012, implantou uma proposta para o Ensino Médio denominada Ensino Politécnico (RIO GRANDE DO SUL, 2011), trazendo uma concepção interdisciplinar para as práticas escolares na rede estadual de educação. Dessa forma, tendo como pano de fundo as ideias ausubelianas, o presente trabalho vem ao encontro da solução da falta de contextualização, pois apresenta uma forma de avaliação dos conhecimentos desenvolvidos com os alunos, que inclui o uso de mapas conceituais (MOREIRA, 2006, 2011, 2012) e (PINHEIRO, 2011), favorecendo a desfragmentação dos saberes.

A aprendizagem significativa na área das ciências

Ciência e tecnologia têm constituído parte significativa do cotidiano de qualquer população humana ao longo da história, em maior ou menor grau. Sendo assim, falar sobre ciência em grande parte significa falar de assuntos pertinentes ao dia a dia. A telefonia celular, os eletrodomésticos e os aparelhos hospitalares, por exemplo, são frutos do desenvolvimento científico e tecnológico de diversas áreas do conhecimento, e estão no cotidiano contemporâneo (GARCIA, ROCHA & COSTA, 2002).

Para criar essas técnicas e instrumentos a ciência precisou estabelecer relações entre as diversas áreas do conhecimento envolvidas, generalizar e contextualizar suas ações, desenvolvendo competências e habilidades relacionadas à capacidade de comunicação, investigação e compreensão, além de interpretar e intervir socialmente, como propuseram originalmente os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002). Dessa forma, reconhecendo a complexidade dos conhecimentos científicos, é natural e benéfico que o ensino de ciências inclua essas relações nas discussões de sala de aula.

É conveniente esclarecer que a palavra “contextuar” está sendo usada com o mesmo significado de “contextualizar”, pois aquela é a expressão utilizada nos PCN. Há manifestações de linguistas a favor daquela forma, única que estaria em acordo com o léxico nacional. Sobre isso, Wartha et al. (2013, p. 86) argumentam que

O enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextuação.

Cuidado, entretanto, deve ser dado ao significado da contextuação, que não deve ser confundido com o uso de “iscas motivacionais” que antecedem um ensino conteudista e transmissivo, e tampouco simplificado ao ponto de que “contexto” se

confunda apenas com os objetos do cotidiano imediato dos estudantes. Para que se alcance uma educação científica de qualidade no Ensino Politécnico é necessário que se considere o contexto em sua complexidade, incluindo algumas das inúmeras facetas de cada tema curricular, como aspectos correlatos à dinâmica socioambiental ou histórico-econômica, por exemplo.

Sendo a contextualização uma condição *sine qua non* para a educação científica significativa, outro fator essencial ao Ensino Politécnico é a educação pela pesquisa (RIO GRANDE DO SUL, 2011), reconhecida como base da educação escolar, elevando-a a um patamar superior em relação à baixa eficácia do ensino transmissivo.

No contexto do Ensino Médio Politécnico a teoria da aprendizagem significativa apresenta-se como uma alternativa teórica adequada para o ensino de ciências, contribuindo para a aprendizagem de conceitos. Essa teoria se baseia no princípio da interação não literal e não arbitrária entre conhecimentos prévios - ou subsunçores - e conhecimentos novos, de maneira específica, pois o conhecimento novo não interage com qualquer conhecimento prévio da estrutura cognitiva do aluno. A interação se dá com um conhecimento especificamente relevante. Por isso os conhecimentos prévios do aprendiz, em Ausubel, representam a variável mais importante para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012), e o reconhecimento e valorização do contexto e das demandas culturais da comunidade escolar deve embasar as adaptações curriculares.

A aprendizagem significativa é composta por elementos que propiciam a ruptura com a fragmentação curricular usualmente encontrada no Ensino de Ciências. Entre esses elementos estão a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos; o uso de organizadores prévios e os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa nas práticas de sala de aula.

Identificar os conhecimentos prévios é um dos primeiros passos para planejar uma instrução de acordo com a teoria da aprendizagem significativa. O corpo de conhecimentos que compõe a Física tem muitos conceitos que são revisitados ao longo do seu estudo, como o conceito de força, por exemplo. Esse conceito é apresentado na Mecânica e no Eletromagnetismo, no entanto, quando o aluno tem contato com ele no Eletromagnetismo é como se fosse um conceito diferente, pois muitas vezes o conceito não é retomado, mas sim apresentado novamente, como se a força elétrica e força gravitacional fossem conceitos totalmente distintos. É nesse momento que o uso da teoria da aprendizagem significativa pode minimizar a fragmentação curricular usualmente encontrada no ensino de Ciências, pois ao promover a identificação dos conhecimentos prévios, o professor tem a possibilidade de resgatar os conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos (MOREIRA, 2011). Com a identificação dos conhecimentos prévios (subsunçores) a aprendizagem é facilitada, pois o novo conceito já tem um lugar de ancoragem, ou seja, um subsunçor na estrutura cognitiva do aluno. Esse subsunçor tem o papel de facilitar a aprendizagem do próximo conceito, no exemplo citado, força elétrica e ampliá-lo, pois o aluno identificará que ambos são um tipo de força, com suas similaridade e diferenças.

Outro fator importante e que pode minimizar a fragmentação curricular é o uso de organizadores prévios. O organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao

material de aprendizagem. Ele pode ser uma pergunta, uma situação-problema, um filme, uma aula introdutória, por exemplo. O importante é que o material seja capaz de suprir a deficiência de subsunçores ou mostrar a relacionabilidade e a discriminabilidade entre novos conhecimentos e os já existentes (MOREIRA, 2011). Assim, um organizador prévio capaz de mostrar como conceitos se relacionam e se distinguem, dentro da área de conhecimento das Ciências e até entre as demais, pode minimizar a compartimentalização curricular tão frequente no ensino.

Os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa também são importantes para minimizar a compartimentalização dos conhecimentos. A importância de diferenciar os conceitos da matéria de ensino, mostrando suas semelhanças e diferenças; e posteriormente mostrando como eles se relacionam no contexto da matéria de ensino. Dessa forma, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, ao fazerem parte do planejamento de ensino proporcionam o estabelecimento de relações, por parte dos alunos, entre os conhecimentos discutidos. Assim, a organização do ensino baseado na teoria da aprendizagem significativa pode minimizar problemas tão frequentes e recorrentes nas salas de aula do Ensino Médio, como a compartimentalização do conhecimento, favorecendo um ensino de ciências mais contextualizado, evitando que os conteúdos percam o seu sentido. Isso conduz à inclusão da cotidianidade no ensino, reconhecendo a presença da ciência na vida, ancorando os novos conhecimentos nas estruturas cognitivas preexistentes nos estudantes (ibidem).

Entretanto, a aprendizagem significativa não se concretiza sem uma metodologia que contribua para a construção de conhecimentos integrados, minimizando ou eliminando procedimentos alinhados com o ensino transmissivo. Além do mais, a disseminação de informações por meios eletrônicos eventualmente propicia que um aluno saiba mais sobre determinado assunto do que seu professor - o que é bom e pode ser aproveitado em uma dinâmica de sala de aula que inclua momentos de discussão e de construção conjunta de conhecimentos.

Essa dinâmica é mediada essencialmente pela linguagem⁴, seja ela verbal ou não, por isso Ausubel afirma sua essencialidade para a conceitualização (MOREIRA, 2011). Dessa forma, a interação na sala de aula são momentos escolares especiais, pois propiciam a reconstrução dos conhecimentos individuais, incentivam a capacidade argumentativa e ampliam a compreensão acerca da complexidade dos temas tratados, induzindo a consideração de novos problemas. É recomendável que a metodologia escolhida, portanto, propicie momentos nos quais os alunos possam interagir com seus pares e com o professor promovendo argumentações mútuas.

Por isso, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL et al., 1980) apresenta-se como uma alternativa favorável ao Ensino Médio Politécnico, na medida em que propicia maior interação entre professor, aluno, conteúdos e fontes de informação. A proposição de condutas como a investigação dos conhecimentos prévios subverte a lógica da aula transmissiva, privilegiando os alunos e o ensino das Ciências. Essa subversão favorece o desenvolvimento da criticidade e da interpretação substantiva e não arbitrária dos novos conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. No entanto, nada disso ocorre na ausência de um ambiente motivador, no

⁴ Para Moreira, a linguagem é assumida como “sistema articulado de signos, e estes como indicadores, icônicos ou simbólicos (2003, p. 2)”.

qual o professor assume a mudança do seu papel na sala de aula, passando a ser mediador do processo de pesquisa e aprendizagem. As discussões e as atividades que requerem reflexão e pesquisa são as peças-chave nessa nova dinâmica, mas não ocorrem sem a vontade do estudante.

Mapas Conceituais – uma introdução

É possível fazer inferência sobre a aprendizagem significativa dos educandos através de mapas conceituais, pois tanto os mapas quanto a teoria da aprendizagem significativa baseiam-se na capacidade da mente humana de organizar hierarquicamente as informações. Os mapas conceituais são esquemas de conceitos e de relações entre conceitos, e foram originalmente propostos por Novak. Segundo Moreira (2006, p. 46):

[...] os mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual da disciplina.

Para construir um mapa conceitual é necessário identificar os diversos conceitos e seus níveis de relacionamento no tema abordado, o que já demonstra a estreita relação entre mapas conceituais e a instrução baseada nos princípios da aprendizagem significativa (PINHEIRO, 2011). Na Figura 1, sugere-se um modelo genérico de mapeamento conceitual compatível com a teoria da aprendizagem significativa.

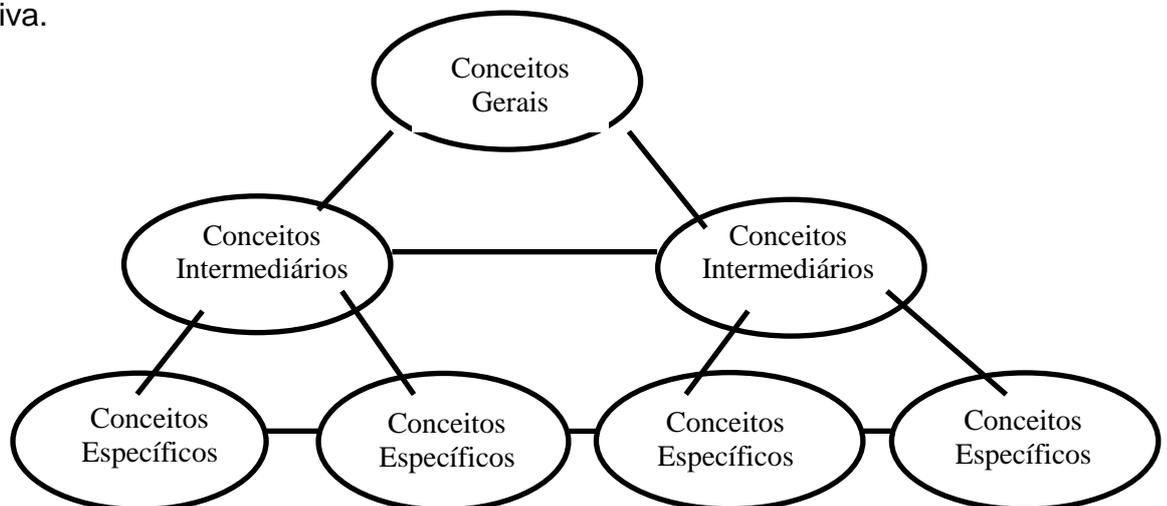


Figura 1: Um modelo genérico para o mapeamento conceitual, segundo a teoria da aprendizagem significativa.

No modelo é possível identificar a hierarquização dos conceitos de acordo com seu grau de inclusividade no conteúdo. Verticalmente, no topo do mapa estão os conceitos nucleares para o tema. Abaixo, os conceitos intermediários e, posteriormente, os conceitos específicos. Horizontalmente, o mapa relaciona conceitos com o mesmo grau de importância dentro do tema. Quanto às ligações entre os conceitos, elas são feitas por linhas que os conectam. Também podem ser usadas palavras-chaves para expressar uma ligação significativa entre os conceitos (MOREIRA, 2006).

A sugestão esquemática para a elaboração de mapas conceituais é singela, pois os alunos, em geral, criam formas variadas para apresentar as relações hierárquicas, escolhendo diferentes cores ou figuras geométricas para diferentes categorias de conceitos, por exemplo. Além disso, os mapas conceituais não são autoexplicativos, e seus autores devem explicá-los externalizando seus significados. Assim, o importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar sentidos atribuídos a conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos (MOREIRA, 2011, P. 126).

Dessa forma, a não ser que sejam elaborados pelos próprios alunos em um processo de pesquisa, não constituem instrumentos de compreensão direta de uma situação científica ou tecnológica, pois também não são autoinstrutivos: devem ser explicados por quem os confecciona (MOREIRA, 2012). Assim, partilhando dos propósitos da teoria da aprendizagem significativa um professor pode propor a elaboração de um mapa conceitual que relacione conceitos expressos graficamente (PINHEIRO, 2011).

Também é importante lembrar que não existe o *mapa conceitual correto*. Assim como a nossa estrutura cognitiva, os mapas conceituais são dinâmicos, mudando no curso da aprendizagem significativa. O importante em um mapa conceitual é que ele apresente evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, 2011).

O Ensino politécnico: desafios para um ensino emancipatório

O Ensino Politécnico implantado no Rio Grande do Sul teve como princípios norteadores o reconhecimento de saberes por meio da interdisciplinaridade, da relação parte-totalidade, do vínculo entre a teoria e prática e da avaliação como oportunidade de emancipação e desenvolvimento da criticidade. Tendo como meta a educação para transformação do educando e do espaço a sua volta, o Ensino Politécnico visa à promoção de oportunidades para que os estudantes integrem os conhecimentos científicos e os do cotidiano. Segundo esse modelo, a área do conhecimento denominada Ciências da Natureza passou a conter as disciplinas Física, Química e Biologia, porém em interação interdisciplinar, possibilitando ao educando uma visão de ciência como algo expandido em amplas áreas do conhecimento.

Diante dessa proposta, a avaliação passou a ter uma conotação renovada, que promoveu um impulso à reflexão sobre o conhecimento, convertendo-a no que atualmente se denomina avaliação emancipatória. Sobre isso, Hadji (2001, p.15) propõe que a avaliação “tem o objetivo legítimo de contribuir para o êxito do ensino, isto é, para a construção de saberes e competências pelos alunos”, enquanto para Saul (2010, p.61), “o compromisso primordial desta avaliação é o de fazer com que as pessoas direta ou indiretamente envolvidas em uma ação educacional escrevam a sua ‘própria história’ e gerem suas próprias alternativas de ação”. Saul (ibidem) ainda complementa que na avaliação emancipatória há a descrição da realidade, a análise crítica e a criação coletiva como “etapas de um mesmo e articulado movimento”. Dessa forma, no Ensino Politécnico a avaliação não se dá de modo fragmentado e pontual, mas é pautada pelo respeito à individualidade do educando, levando ao uso de diversos instrumentos de avaliação, que podem incluir os mapas conceituais.

Por fim, o mapa conceitual pode ser utilizado durante todo o processo avaliativo, tanto como instrumento de percepção daquilo que os alunos já sabem sobre um conteúdo a ser explorado (sondagem), ao longo do desenvolvimento de um tema explorado, quanto na finalização de um conceito. O acompanhamento de diferentes mapas sobre o mesmo conteúdo em momentos distintos, acrescentados das explicações do aluno, faz com que o professor perceba a complexidade evolutiva do seu aprendizado. Isso é possível, pois na medida em que a aprendizagem significativa acontece, o aprendiz torna-se capaz de explicar situações com suas próprias palavras, é capaz de resolver problemas novos (MOREIRA, 2011), o que pode ser evidenciado por meio do instrumento.

Mapas Conceituais como instrumento da avaliação emancipatória

Diferentemente do ensino transmissivo, no qual a avaliação se dá de forma somativa e, em geral, no contexto de uma dinâmica competitiva e excludente, a concepção emancipatória favorece a que o aluno seja avaliado de forma processual, em uma ação que possui naturalmente um viés inclusivo. Assim, o uso de mapas conceituais como instrumento avaliativo parece coerente com uma concepção de ensino na qual o professor não busca classificar seus alunos por meio de avaliações pontuais, e sim oportunizar momentos de reflexão e de reconstrução de conhecimentos.

A elaboração de mapas conceituais também pode ser utilizada como instrumento de identificação dos conhecimentos prévios dos educandos, ou em diferentes etapas da construção de conceitos. Em ambos a utilização de mapas possibilita, tanto ao professor quanto ao aluno, perceberem a complexidade com que os conceitos desenvolvidos foram internalizados e ressignificados no processo educativo.

Por meio do uso de mapas, portanto, a avaliação passa a ser um momento expandido de análise da evolução do educando, e não uma imagem instantânea, fragmentada e de sentido limitado para os envolvidos. Essa concepção se alinha à de Moreira (2006, p. 19), quando afirma que “na avaliação através de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.”.

Para os autores Moreira (1979) e Moreira e Buchweitz (1993) o uso de mapas conceituais no ensino proporciona, ainda, uma visão integrada do assunto abordado, e ao mesmo tempo permite diferenciar o grau de inclusividade e generalidade desses conceitos, de forma hierárquica em diferentes disciplinas. As vantagens do uso de mapas conceituais no processo avaliativo, assim, podem ser relacionadas ao potencial que os mapas têm de facultar ao educando a tessitura de relações e a identificação de aplicações e desdobramentos dos tópicos estudados, o que combina com a noção de avaliação da aprendizagem significativa, que “implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras” (MOREIRA, 2011, p.26).

Os mapas conceituais também pressupõem que seu autor constituiu diferenciações progressivas e reconciliações integrativas (TAVARES, 2008) dos conteúdos estudados, o que significa que o estudante que é avaliado e obtém sucesso na confecção desse instrumento alcançou competência mais extensa do que pode ser deduzida a partir de uma simples prova, que contempla primordialmente apenas a

memorização. As diferenciações progressivas e as reconciliações integrativas constituem processos mentais avançados, pois implicam desdobramentos de conceitos, assim como diferenciações sutis entre eles, além da capacidade de identificar ligações insuspeitas, que de outra forma ficariam ocultas (ibidem). A diferenciação progressiva é caracterizada pela diferenciação e classificação hierárquica dos conhecimentos referentes a uma área do conhecimento. Essa classificação se dá das ideias mais gerais e inclusivas que são progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades. A diferenciação progressiva é um dos princípios programáticos do ensino, segundo a teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999). Segundo Ausubel (1980), os seres humanos captam mais facilmente aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo e a organização de conteúdos na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica, na qual ideias mais inclusivas estão no topo e as mais específicas na base. Com relação à reconciliação integrativa propõem-se a explorar relações entre ideias, apontando similaridades, diferenças e reconciliando discrepâncias (MOREIRA, 1999). Na teoria da aprendizagem significativa ambas são princípios programáticos de ensino.

Metodologia do trabalho: Mapas Conceituais nas Ciências da Natureza

Sendo um dos autores deste artigo professor do ensino politécnico, lecionando Física, foi possível relatar o desenrolar das atividades que se seguiram à proposição da avaliação emancipatória com o uso de mapas conceituais. As atividades foram realizadas no desenrolar do ano letivo de 2014, no contexto regular das classes.

Discutiu-se, com quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre, o tema Estrutura da Matéria. Foram abordados os seguintes subtemas: Partículas Elementares, Interações Fundamentais e o *Big Bang*. Os conhecimentos prévios dos alunos foram investigados em sala de aula. Eles foram instigados a pensar sobre a estrutura da matéria por uma pergunta feita em sala de aula: “Qual é a menor partícula que nos constitui?”. As respostas foram anotadas no quadro branco. Após a discussão inicial análise das respostas dos alunos, optou-se pelo uso de um organizador prévio. O organizador prévio escolhido foi o filme *O discreto charme das partículas elementares* (TV Cultura São Paulo). Após assistirem o filme, os alunos tiveram acesso a artigos e livros sobre o assunto, levados para a sala de aula pela professora. A opção pelo uso de textos e livros se deu pela proposta de instrumentalizar os alunos com um número maior de informações sobre o tema.

Posteriormente, os alunos foram convidados a participar de uma discussão cujo objetivo foi promover uma reflexão coletiva. Após, os alunos reuniram-se em pequenos grupos que elaboraram mapas conceituais sobre suas compreensões acerca da estrutura da matéria. Para realizar esta atividade a professora apresentou aos estudantes o que era e como se elabora um mapa conceitual. Inicialmente, a construção dos mapas conceituais se deu em seus materiais de anotações de aula. Posteriormente, os mapas foram inseridos no programa livre na rede mundial de computadores denominado *Cmap Tools* 5.05.01. Tal programa possibilita a elaboração de mapas de forma intuitiva e facilita ao professor elaborar inferências sobre a compreensão dos conceitos estudados, uma vez que há a possibilidade de construção de caixas com os conceitos, conectivos e setas, conforme a construção à mão livre feita anteriormente.

Ao analisar os mapas construídos pelos alunos foi possível identificar ampliação da compreensão dos conceitos científicos apresentados inicialmente. Por exemplo, no mapa apresentado na Figura 2 foi possível identificar que os alunos que elaboraram este mapa foram capazes de estabelecer relações entre a Astronomia, a Biologia, a Química e a Física. A elaboração deste mapa implicou a capacidade de identificação dos diversos conceitos e seus níveis de relacionamento no tema discutido, bem como a habilidade de expressá-los, demonstrando que foi alcançado o que se espera de uma avaliação emancipatória, como proposta pelo ensino politécnico.

Este exemplo se alinha à proposta de Saul (2008, p. 21), de uma “avaliação democrática, crítica institucional, a criação coletiva e a pesquisa participante”, pois o aluno protagonizou seu aprendizado e o professor tornou-se mais atento às diferentes manifestações da compreensão, interferindo e estimulando para a superação dos obstáculos à aprendizagem. Da mesma forma, esse resultado atende à proposição da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p.22), para a qual a avaliação emancipatória “sinaliza os avanços do aluno em suas aprendizagens”, pois não se limita à reprodução em momentos pontuais, como provas e testes.

Ainda neste caso, embasados na pesquisa que realizaram e na reflexão promovida, alguns alunos foram capazes de transpor a barreira do conteúdo e avançar até os conhecimentos contemporâneos sobre a estrutura e formação do universo. Os estudantes conseguiram extrapolar a Física, fazendo relações com outras disciplinas dessa área de conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade, pilar do Ensino Politécnico.

Por exemplo, ao citarem conceitos como *seres vivos*, *Terra*, *planetas* e *sistema solar*, reconheceram e apresentaram a contribuição da Física, Astronomia e Biologia para o estudo, assim como quando apresentaram os conceitos de *átomos*, *moléculas*, *elétrons*, *núcleos*, *prótons*, *nêutrons* e *quarks*. Ao explicitarem estes conceitos na sua apresentação do mapa, não os apresentaram como constituintes de uma única disciplina, mas sim como conceitos integrados inalienavelmente, exigindo uma abordagem interdisciplinar para sua compreensão.

Se a proposta de avaliação fosse tradicional, é provável que esses alunos não tivessem apresentado de forma tão espontânea sua interpretação da menor partícula que constitui o universo. Exatamente aí reside a principal vantagem do uso dos mapas na avaliação, que é permitir que o aluno expresse seus conhecimentos de forma mais natural e menos formal. Na Figura 2 é mostrado um destes mapas.

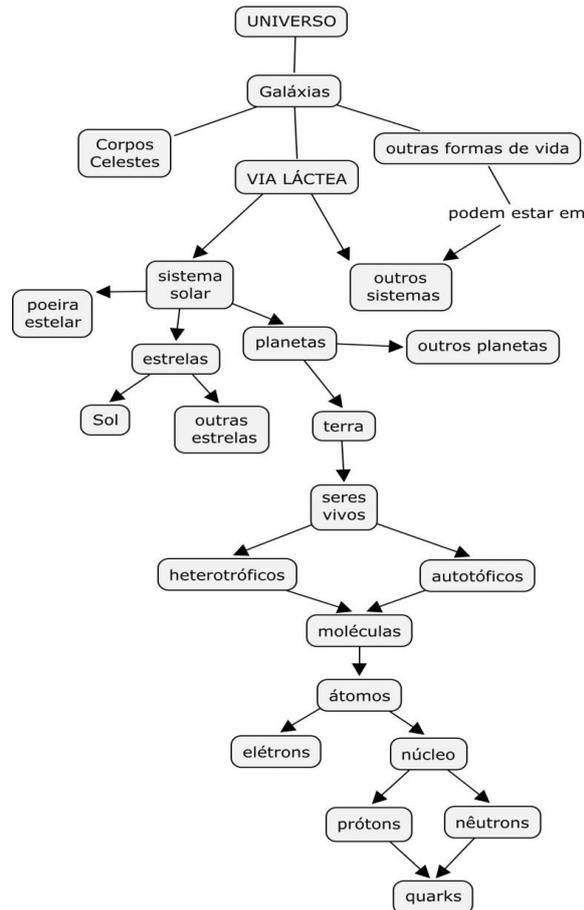


Figura 2: Um mapa conceitual sobre a estrutura da matéria, elaborado pelos alunos. (Fonte: os autores)

Na sequência, com a mesma proposta integradora do conhecimento científico foi discutido com uma turma de 2º ano do Ensino Médio o conceito de *interação*. Essa atividade incluiu a retomada dos conceitos discutidos no 1º ano do Ensino Médio. O objetivo foi apresentar o mundo microscópico aos estudantes, que na maioria das escolas apenas conhecem o conceito de força no tanto em que este está relacionado às leis de Newton.

Para isso utilizou-se, inicialmente, como protocolo de identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, um questionário que abordou a aplicação das leis de Newton em situações do dia a dia. Após, propôs-se uma leitura inicial sobre o tema a partir do texto *As irregularidades das superfícies*, do livro didático *Física em contexto: pessoal, social e histórico: movimento, força, astronomia*. Por meio desse texto os estudantes foram levados a analisar o atrito a partir da perspectiva microscópica, chegando até à força eletromagnética. Os alunos também assistiram ao filme *O discreto charme as partículas elementares*, e a discussão realizada após o filme foi orientada para a análise das interações fundamentais.

Após esse momento de discussão os estudantes elaboraram um mapa conceitual sobre as interações fundamentais. Essa atividade foi realizada individualmente, mas os alunos foram incentivados a trocar impressões com os colegas sobre o tema abordado e sobre os mapas que estavam produzindo. Os alunos também consultaram livros e artigos. Na Figura 3 é mostrada uma produção dos estudantes.

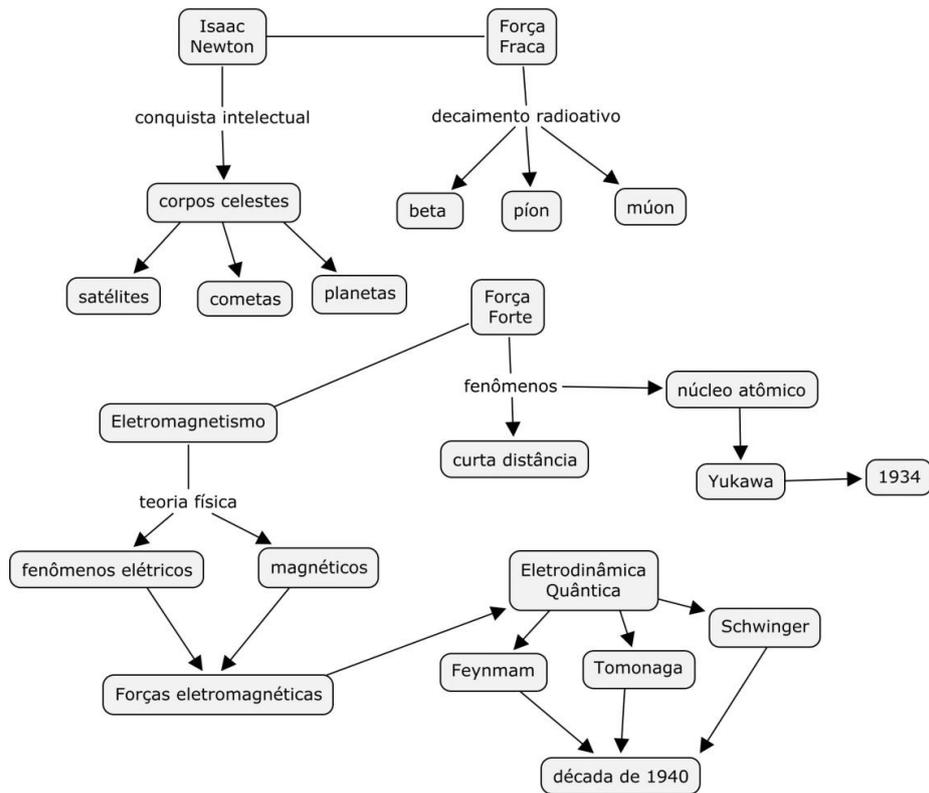


Figura 3: Um mapa conceitual sobre as interações fundamentais, elaborado pelos estudantes. (fonte: os autores).

Ao apresentar o mapa mostrado na Figura 3 os alunos demonstraram serem capazes de relacionar o macro com o microcosmo ao citar *corpos celestes* e *Isaac Newton*. Mesmo que Isaac Newton não seja um conceito, no contexto da matéria de ensino, para o estudante este cientista representa o conceito de *força gravitacional*. Essa relação ficou clara na explicação do seu mapa. Para um primeiro mapa, essa relação já era esperada, pois os currículos de Física e os próprios professores ocasionalmente promovem uma relação direta entre o conceito de força e o nome do cientista.

Já a relação com o microcosmo apresenta-se quando o conceito de *núcleo atômico* é citado, mas a análise deste estudante não se restringiu à sua seriação escolar, pois ele incorporou conceitos que geralmente são discutidos no 3º ano do Ensino Médio, como *decaimentos nucleares*, *fenômenos elétricos* e *fenômenos magnéticos*. Tanto no mapa como na sua explicação foi possível identificar a capacidade de relacionar diferentes conceitos, abordados em diferentes momentos da vida escolar, relacionando-os com o tema discutido. Ele também apresentou uma visão mais ampla e uma compreensão inicial da complexidade da ciência, deixando transparecer a importância dos diversos conceitos para o entendimento do conceito de força e posterior expansão para o conceito de interação.

O mapa apresentado na Figura 4 relaciona o macro e o microcosmo, reconhecendo-os como temas da Física que perpassam o cotidiano. Isso pode ser percebido quando o aluno cita *corpo/massa*, relacionando esse conceito com o *atrito*, ou seja,

força de atrito e partículas atômicas. Ele também apresenta relações entre conceitos abordados nas diferentes etapas do Ensino Médio, como a relação expressa entre a *força gravitacional* e *partícula elementar* e entre *atrito*, *eletromagnetismo*, *atração* e *repulsão*. Assim, pela análise do mapa elaborado pelos alunos e por suas explicações ficou claro que eles tiveram uma visão da complexidade do conceito abordado, reconhecendo que extrapola a tradicional Mecânica Newtoniana e também faz parte da análise dos fenômenos elétricos, magnéticos e decaimentos nucleares.

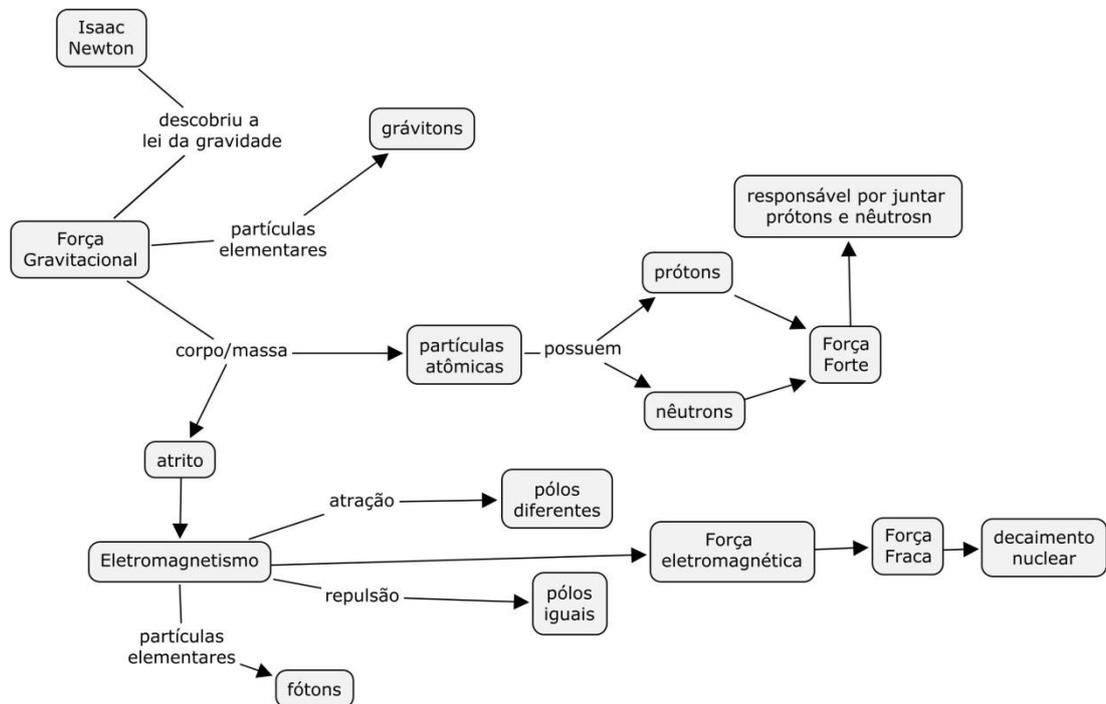


Figura 4: Um mapa conceitual sobre as interações fundamentais, realizado pelos estudantes. (fonte: os autores)

Em especial nos mapas das Figuras 3 e 4 foi possível identificar o uso de algumas palavras que procuraram explicitar a relação entre os conceitos citados, como palavras de enlace ou conectivos, aumentando a potencialidade da compreensão dos mapas, sendo isso um sinal significativo de que houve compreensão. Também foi importante a explicitação da relação hierárquica entre os conceitos, bem apresentada nos mapas conceituais, respeitando os temas tratados e refletindo a organização da estrutura cognitiva do estudante.

Quanto ao uso de flechas, é provável que estes alunos possuam, em suas estruturas cognitivas, o processo de diferenciação progressiva, mas ainda não foram capazes de fazer a reconciliação integrativa, o que justifica o sentido único das relações, nos mapas apresentados. Mas, é importante salientar que esses são os primeiros mapas conceituais elaborados por esses grupos de estudantes, e que nas explicações dadas sobre seus trabalhos eles citaram palavras que procuravam explicitar a relação entre os conceitos abordados.

Dessa forma, o uso de flechas não precisa ser considerado como um sinal de que existe um obstáculo à compreensão, mas sim apenas que os autores tentaram materializar uma maneira de tornar a análise do mapa mais compreensível para si

mesmos e para seus interlocutores. De forma geral, os estudantes foram capazes de estabelecer relações significativas relativas à matéria de ensino abordada.

Outro fator relevante para a ocorrência da aprendizagem significativa, identificado na construção dos mapas e no seu envolvimento nas atividades propostas, é a predisposição para aprender. Para o autor (2003, p. 2), “a própria ocorrência de aprendizagem significativa gera predisposição para aprendizagem significativa”. Isso significa que o educando apresentou interesse cognitivo e afetivo para relacionar os novos conhecimentos a conhecimentos prévios e relevantes ao tema discutido, presente em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012).

Considerações Finais

Desde a metade do século passado a tecnologia dos semicondutores permitiu a inserção de múltiplos aparelhos no cotidiano da sociedade. Mesmo que as tecnologias mais modernas não estejam presentes nas escolas mais humildes do Brasil, os meios de comunicação os exibem como bens de consumo altamente desejáveis, colocando-os no universo mental dos estudantes. Outro aspecto relevante são os avanços na Medicina e nas mais diversas áreas do conhecimento, que alertam a sociedade para as mudanças no estilo de vida.

Naturalmente, questionamentos sobre como esses aparelhos funcionam surgem nas salas de aulas das disciplinas da área científica, e os professores precisam saber como gerenciar estas situações. Em face dessas e de outras dificuldades, como os altos índices de evasão e repetência, e baixos índices do IDEB, o governo estadual entendeu que as escolas públicas necessitavam se reorganizar no que se refere ao estudo das ciências, e por isso implantou o ensino médio politécnico, mais interdisciplinar e conectado aos avanços da tecnologia e suas implicações na sociedade. Essa mesma preocupação parece surgir na concepção do próprio modelo do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM), que propõe a não fragmentação das disciplinas e sua reunião em áreas do conhecimento.

O Ensino Politécnico, cujo processo de implantação gradual se completou no final de 2014, tem como um dos seus princípios pedagógicos a interdisciplinaridade e relação parte-totalidade, em que o conhecimento se dá através de atividades inter-relacionadas levando em consideração as diferentes facetas de um mesmo saber. Diante dessa realidade a avaliação também deve abandonar sua conotação somativa e classificatória tradicional, valorizando a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, uma avaliação emancipatória por meio da qual o estudante perceba seu crescimento. Por isso, o uso de mapas conceituais na educação básica é potencialmente útil inclusive como instrumento de avaliação, possibilitando ao educando a verificação da sua compreensão do tema estudado, aprofundando seus saberes e fazendo-o refletir. Somado a isso, o uso dos mapas como metodologia de aprendizado permite que o professor identifique a complexidade e amplitude do conhecimento desenvolvido, favorecendo a constante reflexão sobre sua prática. Entretanto, cabe aqui destacar que para que seu uso seja produtivo as estratégias de ensino deverão acompanhar essa evolução.

Na atividade foi possível verificar que os estudantes ampliaram suas compreensões sobre os conceitos científicos abordados, relacionando diversas ciências, sendo capazes de expressar essas relações em seus múltiplos níveis. Alguns estudantes extrapolaram os conteúdos, em si, alcançando conhecimentos da ciência

contemporânea, integrando-os como se constituíssem uma única ciência – fato que, por si, representa um notável avanço no campo da interdisciplinaridade na educação escolar.

Esta possibilidade que os mapas conceituais aplicados à avaliação emancipatória trouxeram ao ensino dos estudantes envolvidos pode ser considerada a principal vantagem associada ao seu uso, pois favoreceu a que esses estudantes comunicassem seus conhecimentos sobre conceitos tais como forças gravitacionais e de atrito, interações eletromagnéticas e seres vivos, de forma menos formal, mais ampla, dinâmica e complexa, a partir de uma estrutura hierárquica que ensaia uma representação de como a ciência de fato vê essas relações.

Referências

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Câmara da Educação Básica (CEB). **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 18 mar., 2015.

BRASIL, Secretaria da Educação Básica. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF, 2002.

GARCIA, N. M. D., ROCHA, J. V. da, & COSTA, R. Z. Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: Kuenzer, A. Z. (Org). **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2002.

GARRUTTI, É. A.; DOS SANTOS, S. R. A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. **Revista de Iniciação Científica da FFC**, v. 4, n. 2, 2004.

HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A. Concept maps as tools for teaching. **Journal of College Science Teaching**, Washington, 8(5), 283-86, 1979.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.

_____. Linguagem e aprendizagem significativa. II **Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição**, Belo Horizonte, MG, Brasil, 16 a 18 de julho de 2003.

_____. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Autor, 2006.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

_____. **Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras**. PUCPR, 2012. Disponível em:

<http://paginas.uepa.br/erasnorte2013/images/sampled/figuras/aprend_%20signif_%20org_prev_mapas_conc_diagr_v_e_ueps.pdf#page=41>. Acessado em: 17 mar. 2015.

PINHEIRO, L. A. **Partículas elementares e interações fundamentais no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Da Educação Do Estado Do Rio Grande Do Sul. (2011). **Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio 2011-2014**. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf> Acessado 10 out., 2014.

SAUL, A. M. **Avaliação emancipatória: desafio a teoria e a prática da avaliação e reformulação de currículo**. São Paulo: Cortez, 2010.

_____. Referenciais Freireanos para a prática da avaliação. **Revista de Educação**. PUC-Campinas, 25, 17-24, 2008.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Rio de Janeiro: **Ciências & Cognição**, 13(1), 94-100, 2008.

TV Cultura de São Paulo. **O discreto charme das partículas elementares**. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=FAISMNkR_WM>. Acesso em: 11 fev. 2015.

WARTHA, E. J., Silva, E. L., & Bejarano, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. São Paulo: **Química Nova na Escola**. 35(2), 84-91, 2013.