

Análise da Transferência de Significados a Partir da Aplicação de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Sobre o Conteúdo Estrutura da Matéria para Alunos do Ensino Médio

Analysis of the Meanings Transference from the Application of Potentially Significant Teaching Unit on the Subject Content Structure for High School Students

Vagnes Gonçalves da Silva^{a*}; Andreia de Freitas Zompero^a

^aUnopar, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias. PR, Brasil

*E-mail: vagnes_silva@hotmail.com.

Resumo

A Física abrange conteúdos que envolvem as estruturas submicroscópicas e macroscópicas da matéria. A estrutura da matéria é a base de toda matéria que forma o universo, compreender significativamente esses conceitos é a chave para o entendimento da Física. Assim, utilizar metodologias diferenciadas poderá contribuir para a aprendizagem dos alunos. O estudo analisa o processo de transferência de significados para uma situação problema, após os estudantes terem sido submetidos a uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. O propósito foi avaliar quais significados produzidos durante a UEPS, os alunos conseguiram transferir para uma nova situação. O estudo foi realizado com alunos do 2º ano matutino do Ensino Médio de uma escola pública. Os resultados obtidos com as análises das atividades dos estudantes evidenciam que a utilização da UEPS proporcionou a elaboração e a reorganização dos significados pelos alunos, mostrando-se como uma metodologia de ensino satisfatória para ser utilizada na Educação Básica.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Estrutura da Matéria. UEPS.

Abstract

Physics covers content involving matter sub-microscopic and macroscopic structures. Matter structure is the basis of all the material that forms the universe, significantly understanding of these concepts is the key to the Physics understanding. Thus, using different methodologies can contribute to students' learning. This study analyzes the meanings transfer process to a problem situation, after students have undergone Teaching Unit Potentially Significant (UEPS). The purpose was to evaluate which meanings produced during UEPS, students were able to transfer to a new situation. This study was carried out with students from 2nd Year of high school, who study in the morning in a public school. The results obtained from the analysis of the students' activities, show that the use of UEPS provided the students' meanings development and reorganization, proving to be as a satisfactory teaching methodology to be used in Basic Education.

Keywords: Meaningful Learning. Matter Structure. UEPS.

1 Introdução

Os conteúdos da disciplina de Física despertam muito a curiosidade dos alunos como, por exemplo, a eletricidade, a transferência de informações sem fio, o sistema de navegação por satélite, telas de toque, celulares, as teorias sobre a formação do universo, entre outras. Compreender esses fenômenos, mesmo sem grande profundidade, exige conhecimentos básicos. Por isso, muitos alunos a consideram complicada demais, contentando-se, muitas vezes, com um conhecimento superficial, apenas para aprovação no ano de escolaridade, não percebendo como esses conhecimentos serão úteis em sua vida.

É necessário fazer com que os alunos possam ir além da informação, mudando a sua forma de ver o mundo e de lidar com as situações, modificando sua relação com a aprendizagem das Ciências da Natureza. Os documentos do Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio destacam que o processo de escolarização tem transformado o ensino de Ciências em algo chato e burocrático, apenas “decoreba”, principalmente, no

Ensino Médio (BRASIL, 2000)

Pesquisa realizada por Garcia (2014), a respeito da alfabetização científica dos brasileiros, indica a necessidade de investimentos na formação científica no país, por não haver de maneira satisfatória a transferência do conhecimento aprendido em sala de aula para a vida cotidiana do indivíduo. O estudante não consegue estabelecer relações entre o conhecimento aprendido em sala com as situações que se manifestam fora do ambiente escolar. Esse fato contribui para que os estudantes se tornem alheios a debates, que interferem diretamente na comunidade, na qual vivem ou na sociedade como um todo. Assim, não dispõem de clareza para tomar decisões acerca de grandes temas da ciência, como energia nuclear, transgênicos, células-tronco, ondas eletromagnéticas e outros. Segundo Brasil (2000), quando o estudante não atribui sentido aos conhecimentos, principalmente, para Ciências da Natureza, vai deixando de se interessar por essa área e passa a manifestar dificuldades, insatisfação e até medo desses componentes curriculares.

No intuito de superar o ensino meramente transmissivo,

que promove aprendizagem mecânica, diversas propostas metodológicas têm surgido na atualidade. Entre essas se pode considerar a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, que foi desenvolvida por Moreira (2011). Essa metodologia permite o desenvolvimento ativo das capacidades intelectuais dos alunos, promovendo reflexão e atribuição de significados aos materiais de aprendizagem. No entanto, é necessário investigar se essa metodologia de ensino permite aos estudantes transferirem os significados elaborados durante a UEPS para novas situações. Assim, tem-se por objetivo, neste estudo, investigar a transferência dos significados produzidos em uma UEPS para uma situação-problema referente ao conteúdo “estrutura da matéria”. Optou-se por trabalhar esse conteúdo com alunos do Ensino Médio por considerar que esse conhecimento, além dos conteúdos da Física, envolve também áreas como a Química e as Engenharias.

Para Ausubel (1980), a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. A aprendizagem é dita significativa, quando a nova informação se ancora em conceitos ou proposições existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Moreira (2011), esse conhecimento relevante à nova aprendizagem pode ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, que David Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora.

De acordo com Moreira (2011), o processo de ancoragem da nova informação resulta no enriquecimento ou modificação do conceito subsunçor, que pode ser desenvolvido ou limitado, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa. O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, estar mais ou menos elaborado, porém, quando serve de ideia-âncora para o novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados.

Para Willingham (2011), não é possível introduzir novas ideias na cabeça de um aluno, diretamente. Os recursos, métodos e agentes envolvidos na educação devem assegurar que as ideias corretas foram buscadas na memória de longo prazo e colocadas na memória de trabalho, em que os aspectos serão comparados, combinados ou manipulados, provocando a modificação dos subsunçores. De acordo com o autor, a memória de trabalho é sinônimo de consciência. Ela mantém aquilo sobre o qual se está pensando. É a parte da mente que nos mantém ciente daquilo que está ao redor. A memória de trabalho, por sua vez, é o amplo depósito no qual se encontra todo o conhecimento factual sobre o mundo. O conhecimento prévio é importante para formar bons pensadores. Pensamento lógico e crítico não é possível sem conhecimento prévio. Quanto mais se conhece um assunto, em particular, pode-se compreender melhor novas informações sobre esse assunto. Quando se possui conhecimento prévio, a mente conecta o assunto lido com aquilo que já se sabe sobre o assunto, mesmo que não se esteja consciente deste efeito.

Como descrito por Ausubel (1980), na aprendizagem significativa não implica que a nova informação estabelecerá um simples elo entre as novas informações e as ideias existentes. A obtenção da nova informação provocará uma modificação tanto na nova informação quanto nas informações presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. A aprendizagem só será significativa se as novas ideias se relacionarem de forma não arbitrária e substantiva com as ideias já existentes. Segundo Willingham (2011), a compreensão de novas ideias é mais uma questão de buscar as antigas ideias na memória de trabalho e reorganizá-las, realizando comparações e/ou pensar sobre aspectos que foram ignorados anteriormente.

O processo de transferência de conhecimento tem sido investigado por diversos autores. Para Salmerón (2013), a transferência, no processo de ensino e aprendizagem, se refere a aplicar um conhecimento adquirido em uma situação diferente, porém dentro do mesmo contexto. De acordo com Willingham (2011), ainda que o aluno compreenda as ideias em sala de aula, a transferência para o mundo fora da escola pode não ser adequada. Pode haver confusão por parte do aluno, mesmo se deparando com situações parecidas com as de sala de aula. Para o autor, essa dificuldade ocorre por haver o conhecimento superficial e conhecimento profundo. O conhecimento superficial é aquele em que o aluno responde utilizando as mesmas palavras do livro didático ou que o professor utilizou em sua explicação, não demonstrando que possui um entendimento do assunto, ficando o conhecimento preso à analogia ou à explicação que foi oferecida. Mesmo a resposta estando adequada, isto demonstra que o aluno memorizou uma resposta sem compreensão. Já o aluno, que possui um conhecimento mais aprofundado, pode fazer interconexões mais ricas cada vez que adquire um novo conhecimento, compreendendo não apenas uma parte, mas o todo. É capaz de aplicar o conhecimento em diferentes contextos e imaginar como o sistema todo mudaria se uma parte sofresse alteração.

Segundo Salmerón (2013), as pessoas têm dificuldades em descrever conhecimentos abstratos. Quando se aprende, captura-se a realidade das situações que cercam as pessoas, através dos sentidos, que são concretos, e também pela reflexão. Para os seres humanos, a transferência não ocorre de forma espontânea, é necessária a utilização de atividades diversificadas na tentativa de facilitar a aplicação do conhecimento aprendido em sala de aula, em outro contexto.

Como caracteriza Moreira (2015), a forma de ensino mais comum é aquela baseada na fala do professor, na qual os alunos copiam as informações de uma maneira mecânica e as memorizam, informações estas que geralmente acabam sendo esquecidas após uma avaliação. Outras formas de abordagem são sugeridas pelas teorias de aprendizagem, porém essas abordagens de ensino, geralmente, não chegam à sala de aula. O problema, como afirma o autor, é que o modelo da narrativa é aceito por todos, pais, alunos, professores e a sociedade em

geral.

Ainda, de acordo com Moreira (2015), na intenção de contribuir para modificar essa situação, propõe a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. As UEPS são sequências de ensino fundamentadas, principalmente, na aprendizagem significativa, não mecânica, voltadas diretamente à sala de aula.

Moreira (2015) afirma que uma UEPS é composta por oito passos. O primeiro passo da UEPS é a definição do tópico específico a ser abordado. O professor deve identificar, no conteúdo, os aspectos declarativos e procedimentais mais importantes que precisam ser trabalhados. O segundo passo da UEPS propõe criar/propor situações em que o aluno possa externar seus conhecimentos prévios, corretos ou não no contexto da matéria. O professor pode propor discussão, questionário, mapa conceitual, situação-problema etc.

No terceiro passo da UEPS, de posse dos conhecimentos prévios dos alunos, o professor deve propor situações-problema em nível bem introdutório, preparando o terreno para o conhecimento que se pretende ensinar. As situações-problema devem envolver o assunto que será trabalhado, mas ainda sem dar respostas.

No quarto passo, uma vez trabalhadas as situações iniciais, é o momento de apresentar o conteúdo a ser ensinado, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, dando uma visão geral do todo e depois indo para aspectos mais específicos. Moreira (2015) sugere uma exposição oral seguida de atividade colaborativa formada por pequenos grupos e, depois, a abertura para uma discussão no grande grupo.

Dando continuidade, no quinto passo, é o momento de retomar aspectos mais gerais, estruturantes, isto é, aquilo que realmente se pretende ensinar. As situações-problema devem ter um nível crescente de complexidade, com novos exemplos, destacando diferenças e semelhanças. Sugestões de atividades colaborativas devem ser propostas para que os alunos interajam socialmente, negociando significados, sempre com a mediação do professor.

Concluindo a unidade, no sexto passo, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Novas apresentações de significados podem ser feitas utilizando exposição oral, textos etc. O importante é trabalhar em nível mais alto de complexidade, sempre procurando atividades colaborativas.

No sétimo passo, destaca-se a avaliação da aprendizagem na UEPS, que deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa. Na avaliação deverão ser privilegiadas a compreensão e a evidência de captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.

No oitavo e último passo, avalia-se a UEPS. Se a avaliação do desempenho do aluno indicar que houve uma captação dos significados, compreensão, capacidade de explicar o conhecimento, a UEPS será considerada um êxito. Como a

aprendizagem significativa é progressiva, o professor deve dar ênfase às evidências de que o aluno está aprendendo, significativamente, e não apenas aplicar uma avaliação final para verificar a aprendizagem.

Sendo assim, em todos os passos da UEPS, os materiais devem ser diversificados e privilegiar o questionamento em relação às respostas prontas, o diálogo deve ser estimulado.

2 Material e Método

A presente pesquisa foi realizada no ano de 2015, em uma escola estadual da cidade de Londrina. Participaram do estudo 34 alunos do segundo ano do Ensino Médio matutino, com idades entre 16 e 18 anos com uma carga horária de duas aulas semanais de 50 minutos cada uma, totalizando 30 aulas. Para isso, utilizou-se o espaço da sala de aula e sala de vídeo da escola. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, classificada como descritiva e interpretativa.

Optou-se por realizar a pesquisa com o segundo ano pelo fato de os estudantes já terem tido acesso, no nono ano, aos conteúdos que envolvem estrutura da matéria, como átomos, moléculas e substâncias e no primeiro ano do Ensino Médio, aos modelos atômicos e ligações químicas.

O primeiro passo da UEPS foi definir o tópico específico que deveria ser abordado, identificando quais conteúdos e aspectos declarativos e procedimentais seriam trabalhados.

O segundo passo da UEPS foi saber quais eram os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo a ser trabalhado. Para isso, elaborou-se um questionário com questões discursivas que eles poderiam responder com texto e/ou desenho sobre o tema, tendo assim a liberdade para construir respostas com suas próprias palavras. Para isso, os alunos utilizaram o tempo de uma aula.

A questão inicial da UEPS teve como objetivo saber quais as representações que os alunos faziam do átomo e averiguar se prótons, nêutrons e elétrons estavam presentes nelas. Para isso, foi proposta a seguinte questão. A ideia de que a matéria é composta de átomos remonta aos gregos do século V a.C. Pode-se quebrar um pedaço de rocha em pedaços, e os pedaços em cascalho fino. Este ainda pode ser moído até virar areia fina, que pode então ser transformada em pó. Para os gregos do século V a.C., havia um pedaço de rocha mínimo, um “átomo”, que não poderia ser dividido ainda mais. Com o maior número de detalhes possível, por meio de texto e/ou desenho, descreva como é o átomo para você (HEWITT, 2011).

No terceiro passo, o professor propôs situações-problema em nível bem introdutório, preparando os estudantes para o conhecimento que se pretende ensinar, mas ainda sem dar respostas. Com a análise dos questionários sobre a Estrutura da Matéria, abriu-se uma discussão no grande grupo, para que pudessem compartilhar suas opiniões e fizessem alguns questionamentos.

Dando continuidade ao terceiro passo da UEPS, abordou-se o conteúdo sobre a evolução dos modelos atômicos, sempre

com pausas, no vídeo, para dar destaque ao tópico de maior relevância, discutindo os avanços e os problemas enfrentados pelo novo modelo proposto. Discutiu-se com o grande grupo que o modelo de Bohr foi o “divisor de águas” entre a Física Clássica e a Física Moderna, pois para dar credibilidade a seu modelo e ao resultado dos experimentos sobre espectroscopia, alguns conceitos da física, tão fortes até o momento, apresentavam problemas e deveriam ser modificados.

Finalizando o terceiro passo, foi pedido aos estudantes que fizessem um trabalho, em grupo, sobre a evolução dos modelos atômicos, que seria apresentado com total liberdade, embora algumas sugestões tenham sido dadas, como vídeos, painéis, músicas, entre outras. Após as apresentações, realizou-se uma avaliação, em grupo, com os integrantes que expuseram os trabalhos. Foi pedido que os grupos realizassem a seguinte atividade: Descreva por meio de uma simples história como ocorreu a evolução dos modelos atômicos, destacando causalidades, conflitos, complicações e ações para que ocorresse a evolução dos modelos atômicos.

No quarto passo, para apresentar o conteúdo a ser ensinado, utilizou-se o princípio da diferenciação progressiva, isto é, partindo dos conceitos mais gerais para os mais específicos, em que foi feita a leitura e a discussão de um texto, no qual foram destacadas algumas características dos átomos como, por exemplo, são incrivelmente pequenos, numerosos, estão em perpétuo movimento e não têm idade. Para isso, utilizou-se uma aula de cinquenta minutos.

Na aula seguinte, teve início o quinto passo da UEPS, no qual foi proposta a seguinte situação-problema: *como os átomos se ligam?* Foi dado um tempo para que os alunos pudessem expressar suas opiniões. Utilizou-se de *slides* para apresentar o conteúdo sobre carga elétrica, uma importante propriedade das partículas básicas formadoras do átomo. O objetivo não era identificar o tipo de ligação, iônica, covalente ou metálica, e sim os mecanismos envolvidos em qualquer tipo de ligação química, a atração e a repulsão entre cargas elétricas.

Outra situação-problema foi proposta na aula com a seguinte questão: *o que é energia?* A turma foi motivada a expressar ideias sobre o conceito de energia. Discutiu-se, no grande grupo a definição e que todos os tipos de energias existentes se derivam da energia cinética e potencial. Foram utilizados *slides* para apresentar exemplos específicos dessas energias e algumas equações que as representam, sem evidenciar os cálculos, apenas as variáveis envolvidas.

Na aula seguinte teve início o sexto passo. Retomaram-se os conceitos sobre energia já abordados destacando que, a todo instante, ocorre uma transformação de um tipo de energia em outra. Apontou-se, por meio de *slides*, dando uma visão submicroscópica como as partículas estão organizadas em materiais sólidos, líquidos, gases e plasma. Discutiu-se o fato dos materiais terem características tão diversas simplesmente por seus átomos possuírem uma organização estrutural diferente.

Para finalizar o sexto passo da UEPS e objetivando promover a reconciliação integradora, foi realizada uma revisão geral com o grande grupo. Retomou-se, por meio de *slides*, a evolução dos modelos atômicos, por que os átomos se ligam, interação entre os átomos, energias, estados físicos da matéria e mudança de estado. Na aula seguinte, em dupla, os alunos responderam a um questionário com questões subjetivas sobre todo o conteúdo trabalhado nesses passos da UEPS.

Na finalização dos passos da UEPS e com o objetivo de averiguar a transferência, utilizou-se um instrumento com base no trabalho de Lemos e Moreira (2011), que consistiu na elaboração de uma carta pelos alunos que participaram do estudo. Assim como Lemos e Moreira (2011), considerou-se que esse procedimento reduz a preocupação com formalidades das avaliações e, assim, foi possível averiguar também se os alunos se apropriaram da linguagem científica, favorecendo a explicitação de evidências de aprendizagem significativa.

Elaborou-se uma questão que continha aspectos que pudessem evidenciar a transferência de significados diante de todos os conceitos abordados e discutidos durante sua realização.

Quatro fatores nortearam a análise dos textos produzidos pelos alunos: a organização das moléculas nos diferentes estados, o continuum durante a mudança de estado, a agitação das moléculas e a energia que faz com que a água mude de um estado físico para outro.

Na organização das moléculas se procurou nas palavras dos alunos evidências de que, no estado sólido, as moléculas estão mais bem organizadas entre si, nos líquidos esta organização é menor, porém ainda existe e, no estado gasoso, a organização deixa de existir. Em relação ao *continuum* foram procurados indícios destacados pelos alunos que apontassem a possibilidade da passagem do estado sólido para o líquido e para o gasoso, mostrando que o processo inverso, de gasoso para líquido e de líquido para sólido, também pode ocorrer.

Realizou-se a atividade de transferência com o propósito de avaliar individualmente os alunos quanto ao desempenho na aprendizagem, após terem sido submetidos à UEPS. A atividade foi realizada com todos os alunos, mas apenas os estudantes que participaram de todos os passos da UEPS foram avaliados. A questão proposta para os estudantes foi: *Olá, sou uma molécula de água, como você sabe sou formada por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio. Moro no Polo Norte, estou aqui no estado sólido há tantos anos que nem me lembro se já existi em outro estado físico, mas tenho escutado algumas conversas de que, devido a um tal aquecimento global, corro o risco de, junto com as minhas amigas moléculas, que vivem “juntinhas” de mim, passar para o estado líquido e até virar um gás, e estou com medo do que possa vir a acontecer. Gostaria que você explicasse, com o maior número de detalhes possível, afinal não sou muito boa em Física e Química, por que eu vou mudar de estado físico e o que vai acontecer comigo e minhas amigas durante as*

transformações para o estado líquido e gasoso? Não querendo abusar da sua boa vontade, pode me explicar como eu posso voltar para o estado físico em que eu estou hoje?

3 Resultados e Discussão

Este estudo não teve por objetivo apresentar os resultados das atividades desenvolvidas durante todos os passos da UEPS, mas apenas as discussões sobre a fase inicial, primeiro passo da UEPS, e o passo sobre a transferência para a situação problema, isto é, o oitavo passo da UEPS.

As respostas à questão diagnóstica foram classificadas em três grupos: coerentes, aquelas que trazem o caráter científico melhor elaborado e dentro do objetivo da questão; parcialmente coerentes, que possuem características do conceito científico, mas de forma superficial e ou incompletas em relação aos objetivos da questão e incoerentes, aquelas que estão distantes do conhecimento científico ou fora do objetivo da questão.

O objetivo da primeira questão foi saber as representações que os alunos apresentavam do átomo e averiguar se prótons, nêutrons e elétrons estavam presentes nelas. No Quadro 1 são apresentados os resultados.

Quadro 1 - Tabulação questão 1

Categorias	Considerações	Nº de Alunos	%	Total	
1	Coerente	Formado por prótons, nêutrons e elétrons Compõe toda matéria, juntando átomos temos tudo que conhecemos	2	6,25%	6,25
2	Parcialmente coerente	Formado por prótons, nêutrons e elétrons	3	9,37%	12,49
		Formado por prótons, nêutrons e elétrons, menor molécula	1	3,12%	
3	Incoerentes	Célula	2	6,25%	81,25
		Molécula	2	6,25%	
		Forma toda matéria	15	46,87%	
		Desenho incompleto	2	6,25%	
		Não respondeu	3	9,37%	
Total			32	100,00%	

Fonte: Dados da pesquisa.

Identificou-se que os alunos, mesmo tendo estudado sobre a Estrutura da Matéria no 9º ano do Ensino Fundamental e na disciplina de Química do 1º ano, apresentavam ideias

cientificamente incoerentes para o nível de conhecimento que se esperava que tivessem para alunos do 2º ano do Ensino Médio. Respostas que descreviam os átomos do tipo “são moléculas, células, forma toda a matéria e muito pequeno” foram dadas, indicando a falta de clareza dos estudantes sobre o tema abordado.

Constatou-se por meio dos dados que vinte e seis alunos (81,25%), que realizaram a avaliação diagnóstica proposta no primeiro passo da UEPS, com o intuito de averiguar as representações dos estudantes sobre os átomos, não conseguiram descrever de forma coerente ou parcialmente coerente, cientificamente, as partículas básicas formadoras do átomo.

Para facilitar a interpretação dos dados, optou-se por analisar cada fator individualmente: organização das moléculas, continuum, agitação e energia. Utilizou-se o termo “mencionaram”, quando, em algum momento no texto escrito pelos alunos, o estudante citou os fatores analisados, e “não mencionaram”, quando não houve, no decorrer do texto, a utilização dos termos analisados. No Quadro 2, estão os dados que apontam as respostas dos alunos referentes à organização das moléculas, na qual se buscam evidências apontadas pelos estudantes de que no estado sólido, as moléculas estão melhor organizadas entre si, nos líquidos, essa organização é menor, porém ainda existe, e que, no estado gasoso, a organização deixa de existir.

Quadro 2 - Organização das moléculas

Organização das Moléculas	Alunos	Quantidade	%
Mencionaram	1 – 2 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 23 – 24 – 25 – 26 – 28 – 30 e 31	26	83,87%
Não mencionaram	3 – 12 – 22 – 27 e 29	5	16,13%

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à organização das moléculas nos sólidos, líquidos e gases, identificou-se que 83,87% dos alunos souberam diferenciar a organização das moléculas nos diferentes estados físicos. O aluno 23 ilustra bem essa percepção quando escreve:

Uma molécula que está no estado sólido, está muito próxima com as outras, ao receber calor e entrar no estado líquido elas se separam, tem mais liberdade para se mover. Recebendo mais energia, mais calor, entra no estado gasoso, onde as moléculas não têm nenhuma ligação com as outras, tendo mais liberdade e se espalham por toda área possível.

O aluno 23 afirma que, quando as moléculas de água passam do estado sólido para o líquido, estão muito próximas umas das outras, e que, ao receber calor, elas se separam. Considerou-se que há erro nessa afirmação, pois as moléculas não se separam, elas apenas se afastam mais umas das outras,

continuando ligadas. Entretanto, na continuação do texto, o aluno cita que no estado gasoso não há nenhuma ligação entre as moléculas. Com isso, entendeu-se que ele tenha utilizado a palavra incompatível com as Ciências para descrever o conceito que tentava explicar, contudo, percebeu-se em suas palavras que o conceito da organização das moléculas foi assimilado e transferido para uma nova situação.

O aluno 14 descreve a organização das moléculas da seguinte maneira:

As moléculas vão aumentando a temperatura fazendo assim que o elemento fique menos organizado e as moléculas contidas nele consigam vibrar mais e a passagem para gasoso seria um aumento maior ainda da temperatura fazendo assim que as moléculas ou átomos contidos nesse elemento tenham maior liberdade e perca a ligação que existia para que elas estivessem juntas e elas assim ficam livres umas das outras transitando pelo espaço que elas ocupam.

Neste momento, não se irá analisar o conceito de temperatura descrito pelo aluno 14, apenas como esse aluno descreve a organização das moléculas. Mesmo não tendo descrito passo a passo as mudanças de estado, o aluno afirma que, com o aumento da temperatura, as moléculas ou átomos contidos no elemento têm maior liberdade e perdem a ligação que existia, tornando-se livres. Percebe-se, com essa descrição, que o aluno compreendeu a organização das moléculas nos diferentes estados.

Outros alunos descreveram a organização das moléculas de maneira simples, mas coerentes cientificamente. Relatos como: “[...] as moléculas que ficam juntas umas das outras e no estado líquido ela fica mais separadas, uma das outras e no gasoso se afastam ainda mais” (aluno 2) ou “O estado sólido, as moléculas estão mais juntas, [...] já se ela passar para o estado líquido, as moléculas de água vão estar mais distantes umas das outras” (aluno 28).

No Quadro 3, apresentam-se os dados que apontam indícios destacados pelos alunos em suas respostas, que mostram a possibilidade da passagem do estado sólido para o líquido e para o gasoso evidenciando que o processo inverso, gasoso para o líquido e para o sólido, também pode ocorrer.

Quadro 3 – Continuum

Continuum	Alunos	Quantidade	%
Mencionaram	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 23 – 24 – 25 – 26 – 29 – 30 e 31	28	90,32%
Não mencionaram	22 – 27 e 28	3	9,68%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados mostram que (90,32 %) dos alunos evidenciaram em seus textos a possibilidade da mudança de um estado físico para outro. Considerou-se que o fato de ser uma característica macroscópica da matéria e um fenômeno mais evidente no dia a dia dos estudantes tenha facilitado a descrição.

Sobre o *continuum*, o aluno 24 o descreveu da seguinte forma:

Para que retorne ao estado sólido é necessário o inverso do processo, ou seja, a queda de temperatura, como consequência a perda de energia de algumas moléculas mais que outras, proporcionando assim uma força de atração entre elas.

O aluno 24 faz uma inversão de conceitos quando afirma que a queda na temperatura fará com que a energia diminua. Haverá uma queda na temperatura se a substância perder energia. Mesmo com a inversão das grandezas físicas se pode perceber que ele compreendeu que é possível fazer com que a substância volte ao seu estado inicial.

Para fazer com que as moléculas retornem para o estado sólido, menções como redução da temperatura (frio) e menor movimentação das moléculas foram frequentes. Não citam, porém, como se pode conseguir que a temperatura seja reduzida, o que se pode conferir nestas respostas: “para retornar ao estado sólido, uma temperatura bem menor deve ser aplicada onde ela fará com que as moléculas realizem menos movimento” (aluno 26). “Para voltar ao seu estado sólido é preciso de menos movimentação, menos energia para ficar líquida e conforme vai ficando mais frio suas moléculas se juntam e tornam seu estado físico sólido” (aluno 4). “E para voltar, é só esperar a temperatura ficar bem baixa, aí ficará com frio e congelará” (Aluna 25).

Como afirmam Pozo e Crespo (2009), os estudantes, geralmente, interpretam o calor como uma propriedade oposta ao frio, levando à crença de que calor e temperatura são a mesma coisa.

No Quadro 4, foram organizados os dados que apontam nas respostas dos estudantes evidências sobre a agitação da matéria nas respostas dos alunos.

Quadro 4 – Agitação

Agitação	Alunos	Quantidade	%
Mencionaram	4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 13 – 14 – 15 – 16 – 18 – 19 – 20 – 22 – 21 – 23 – 24 – 26 – 28 – 29 e 31	21	67,74%
Não mencionaram	1 – 2 – 3 – 10 – 11 – 12 – 17 – 25 – 27 e 30	10	32,26%

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando os dados do quadro, constatou-se que 67,74 % dos alunos citaram a agitação como uma característica intrínseca da matéria. O aluno 5 descreve a agitação das moléculas da seguinte maneira: “Como já sabemos, as moléculas da matéria estão sempre em movimento, mesmo em estado sólido, quando elas estão mais próximas umas das outras”. Para o aluno 14, “as moléculas vão aumentando a temperatura fazendo assim que o elemento fique menos organizado e as moléculas contidas nele consigam vibrar mais”. Para o aluno 20, “quando você sair do estado sólido e ir para o gasoso você e suas amigas moléculas irão se

separar, ficarão mais espalhadas, mas ainda se encontrarão em constante movimento”. Na descrição desses alunos analisados, a agitação das moléculas ocorre, independentemente, do estado físico.

O aluno 8 afirma: “você está no estado sólido junto com todas as suas amigas moléculas. Como vocês estão muito juntas, acabam não tendo liberdade para se movimentarem”. Na resposta dada pelo aluno, o estado sólido não possui movimento, pois, segundo ele, as moléculas estão muito juntas, impedindo que possam se movimentar. Dificuldades conceituais semelhantes foram encontradas na pesquisa realizada por Gomes e Farias (2008), sobre o comportamento das partículas de água, movimentação e organização, nos três estados físicos. Os pesquisadores identificaram que 50% da turma possui a concepção de que só existe movimento nos estados gasoso e líquido, ou seja, no sólido as partículas ficam estáticas.

No Quadro 5, apresentam-se os dados cujas respostas dos alunos apontam evidências sobre os fatores que influenciam a mudança de estado físico.

Quadro 5 – Energia

Energia	Alunos	Quantidade	%
Mencionaram	4 – 5 – 6 – 8 – 13 – 16 – 18 – 19 – 21 – 23 – 24 – 26 – 29 – 30 e 31	15	48,39%
Não Mencionaram	1 – 2 – 3 – 7 – 9 – 10 – 11 – 12 – 14 – 15 – 17 – 20 – 22 – 25 – 27 e 28	16	51,61%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na carta escrita pelos alunos, a questão da energia apresentou maiores dificuldades conceituais. Encontraram-se em 48,39 % dos textos a utilização apropriada do conceito de energia, mesmo sem utilizar o termo calor. O aluno 6 descreve as causas da mudança de estado da seguinte forma:

Oi amiga água, o que está acontecendo é que o aquecimento global está deixando a temperatura do ar mais quente e com isso faz você ganhar mais energia e automaticamente faz você e suas amigas moléculas ficarem mais agitadas e virarem líquido. Quanto mais aumentar a temperatura, mais energia e mais movimento você ganha [...] suas amigas vão se distanciar mais e mais e virar gás.

De acordo com Hewitt (2011), a energia transferida de uma coisa para outra por causa da diferença de temperatura entre elas é chamada de calor. O aluno 6 utilizou corretamente o conceito de calor, quando afirma que o ar aquecido vai transferir energia para o gelo e fará com que a mudança de estado ocorra.

Para o aluno 29, o aquecimento é provocado pela destruição da proteção que o planeta possui para bloquear a luz solar:

Com o aquecimento global, a temperatura irá aumentar, pois a camada que bloqueia a quantidade de luz solar para o nosso planeta, está perdendo força, fazendo com que entre mais luz

solar, mais energia para os átomos, fazendo com que eles se agitem mais, aumentando a temperatura, e mudando de estado físico.

Quando o aluno 29 afirma que a luz solar faz com que os átomos fiquem mais agitados, ele está utilizando os conceitos da transformação de energia radiante na forma de ondas eletromagnéticas em energia mecânica, que provoca a movimentação dos átomos. Conceitos estes abordados nos passos da UEPS e corretamente utilizados pelo estudante.

Para o aluno 16, a estabilidade da ligação entre as moléculas é o ponto central.

No estado sólido, juntinha com suas amigas, e sempre buscando se estabilizar uma com a outra [...]. Com o calor que irá receber do aquecimento global sua necessidade de se estabilizar será ainda maior porque vocês ainda continuam as mesmas, mais separadas e por essa distância e movimento maior e com mais energia este estado será o líquido.

Ao afirmar que as moléculas estão procurando a estabilidade, o estudante está se referindo ao fato de átomos ou moléculas se ligarem. O aluno enfatiza que quando as moléculas receberem calor, mudando de estado físico, a estabilidade será “quebrada”, havendo a necessidade de um novo rearranjo entre as moléculas. Esses exemplos evidenciam que houve a transferência dos conteúdos e conceitos trabalhados em sala de aula para uma nova situação.

Houve situações, entretanto, em que a redação dos alunos não indicou corretamente como a mudança de estado ocorreu como, por exemplo, o aluno 9 descreveu a mudança de estado da seguinte forma:

As moléculas passam de um estado para outro por causa da temperatura, a temperatura modifica as células fazendo com que seus átomos se movimentem de forma mais separada, para o estado líquido os átomos não estarão tão separados, no estado gasoso os átomos estarão bem separados.

O aluno acima se confunde na definição dos conceitos de moléculas, de células e de átomos, pois os utilizou como sinônimos. Ele emprega o termo temperatura, mas não descreve como a temperatura será alterada para que o estado físico se modifique.

O aluno 28 evidenciou que as moléculas vão se distanciando durante a mudança de estado e que estão em constante movimento, apesar disso não descreve qual fator ou fatores provocam a alteração dos estados físicos.

O estado sólido, as moléculas estão mais juntas e também sempre em constante movimento, já se ela passar pro estado líquido as moléculas de água vão estar mais distantes umas das outras [...] no estado gasoso as moléculas vão estar bem mais distantes, e sempre vão estar em constante movimento.

Para muitos alunos, que não citaram a troca de energia como responsável pela mudança de estado, a temperatura foi o fator determinante. No caso da água, supôs-se que a experiência do dia a dia tenha influenciado a descrição do fenômeno, pois basta mudar a água de ambiente (temperatura) para que ela mude de estado. Para estes alunos, em relação à transferência de energia, os passos da UEPS não foram

significativos, pois eles não utilizaram os conceitos científicos adequados para descrever como a temperatura pode mudar e causar alterações no estado físico da água.

4 Conclusão

No questionário realizado inicialmente, para que os alunos pudessem externar seus conhecimentos prévios sobre a estrutura da matéria e dar continuidade à metodologia, percebeu-se a grande dificuldade que os estudantes apresentavam em expor suas ideias sobre moléculas, átomos, prótons, nêutrons, elétrons e também como ocorre a interação entre estas partículas. O questionário se tornou uma importante fonte de informações para que se pudesse direcionar o trabalho, conhecendo as dificuldades e os obstáculos para a realização dos próximos passos da UEPS.

Os resultados no desenvolvimento da UEPS evidenciam a evolução no entendimento dos conceitos sobre a estrutura da matéria em relação ao conhecimento que apresentavam no início da aplicação desta metodologia. Ficou evidente que os passos que são propostos durante a aplicação da UEPS favoreceram o entendimento de grande parte dos conceitos mais abstratos necessários para a descrição da questão que os alunos deveriam responder na atividade de transferência.

Mesmo que a aplicação de conceitos mais abstratos não seja natural para as pessoas, foi possível perceber que os conceitos discutidos durante a aplicação da metodologia foram aplicados de maneira coerente, cientificamente, por uma porcentagem considerável dos alunos, principalmente, em relação à organização das moléculas, ao *continuum* e à agitação constante dos átomos e moléculas, no qual os alunos utilizaram sua própria linguagem e não a utilizada pelo professor durante as explicações.

No entanto, em relação ao conceito de energia, muitos alunos ainda recorrem às concepções alternativas. A formação desses alunos precisa oportunizar novas situações, envolvendo o conceito de energia, para que possam compreender e utilizar os conceitos científicos coerentemente.

O papel do professor é sempre procurar desafiar os estudantes, fazer com que possam expor suas ideias e opiniões. Enquanto o professor se preocupa em dar as respostas, em vez de fazer perguntas, se estará evitando que o aluno faça o esforço necessário para aprender de maneira significativa.

Pode-se averiguar, por meio da aplicação desta metodologia, que essa afirmação é coerente com a proposta. O professor precisa fazer questionamentos aos estudantes, por meio de discussões individuais ou em grupo. Considera-se que a utilização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa contribuiu de maneira satisfatória para a aprendizagem dos alunos.

É preciso conhecer os reais obstáculos para a aprendizagem. As respostas para os problemas na compreensão dos conceitos físicos estão nas próprias dificuldades, é preciso reconhecê-las para que novos caminhos se apresentem.

Referências

- AUSUBEL, D.P. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- GARCIA, M. Brasileiro: 'analfabeto' científico? Instituto Ciência Hoje, 2014. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2014/08/brasileiro-analfabeto-cientifico>>.
- GOMES, G.A.; FARIAS, S.S. Como os alunos concebem o comportamento das partículas nos estados de agregação da matéria. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 6., Fortaleza, 2008. Fortaleza: ABQ, 2008.
- HEWITT, P.G. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- LEMO, E.S.; MOREIRA, M.A. Avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n.2, p.15-26, 2011.
- MOREIRA, M.A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2011.
- MOREIRA, M.A. Unidade de ensino potencialmente significativas: UEPS. 2015. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>.
- POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SALMERÓN, L. Actividades que promueven la transferencia de los aprendizajes: una revisión de la literatura. *Revista de Educación, Extraordinario* 2013, p. 34-53. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2013-EXT-253
- WILLINGHAN, D.T. *Por que os alunos não gostam da escola? Resposta da ciência cognitiva para tornar a sala de aula mais atrativa e efetiva*. Porto Alegre: Artmed, 2011.