

ÁGUA COMO TEMA GERADOR EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA ABORDAR CONCEITOS QUÍMICOS
(Water as a generating theme in a potentially meaningful teaching unit to address chemical concepts)

Iany Silva de Santana [yanny.j@hotmail.com]

Fernanda Marur Mazzé [fernandamazze@gmail.com]

Carlos Neco da Silva Júnior [necojunior@gmail.com]

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Centro de Ciências Exatas e da Terra,

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

Campus Universitário, Lagoa Nova - Natal/RN - CEP: 59078-000, Brasil.

Resumo

O uso do tema água como conhecimento prévio para a abordagem de conceitos químicos vem se caracterizando como importante para dar significado aos conteúdos de ensino na química. Neste trabalho, é apresentada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada com base na teoria da aprendizagem significativa, abordando a temática água e o uso de mapas conceituais. A unidade foi desenvolvida em uma turma de trinta e cinco alunos do 2º ano do ensino médio, de uma escola pública do município de Extremoz-RN, região metropolitana de Natal/RN. Por meio dela foi possível discutir uma problemática de interesse dos alunos para abordar conteúdos químicos. Em um primeiro momento, foi aplicado um questionário inicial para identificação das ideias prévias dos alunos referente ao tema em estudo e ao conceito de soluções químicas. Posteriormente foi elaborada e aplicada uma sequência de atividades baseada nas ideias dos alunos. Para subsidiar a UEPS, foram preparadas quatro cartilhas que apresentavam o conteúdo soluções químicas, contextualizado com o tema água. Os resultados mostram que as concepções alternativas demonstradas por nossos alunos são semelhantes às ideias de outros alunos já apresentadas na literatura da área de educação química e que a elaboração da UEPS, aliada à estratégia da contextualização com o tema água e o uso de mapas conceituais, não somente motivou os alunos nas aulas, como ainda proporcionou a aprendizagem de conceitos químicos de forma abrangente, correlacionando suas ideias e vivências com o conhecimento científico.

Palavras-chave: UEPS; aprendizagem de conceitos químicos; mapa conceitual; química; água.

Abstract

The use of the theme 'water' as previous knowledge in order to address chemical concepts has proven to be important when it comes to providing meaning to teaching contents in chemistry. In this paper, it is introduced a potentially meaningful teaching unit (PMTU) based on the meaningful learning theory, addressing the theme 'water' and the use of concept maps. The unit was employed in a 35-student class of the 2nd year of secondary education, from a public school of a metropolitan region of Natal/RN. Through it, it was possible to discuss a relevant topic to the students in order to address chemical contents. At first, an initial questionnaire was used to identify previous ideas of the students regarding the selected theme and the concept of chemical solutions. Later a sequence of activities based on the students' ideas was developed and used. To support the PMTU, four brochures that addressed the content of the chemical solutions were prepared, contextualizing with the theme 'water'. The results showed that the alternative views of the students are similar to others already presented in the literature of the field of chemical education and that the development of the PMTU, together with the strategy of contextualizing with the theme 'water' and the use of concept maps, not only motivated the students in class, but also enabled the learning of chemical concepts in a comprehensive way, correlating their ideas and experiences with the scientific knowledge.

Keywords: PMTU; learning of chemical concepts; concept map; chemistry; water.

Introdução

São inúmeras as estratégias que o professor tem hoje à sua disposição para usar em sala de aula, podendo usufruí-las segundo a realidade em que trabalha. No entanto, é notório que pouco se tem usado dessas novas metodologias. Na verdade, na maioria das escolas, o ensino não mudou e continua o mesmo de séculos atrás. Isso acontece devido a inúmeros fatores, entre os quais destaca-se a falta de conhecimento dessas estratégias por parte dos professores. Assim, ultimamente a escola vem sendo alvo de muitas críticas por estar descumprindo o seu papel de formar cidadãos críticos, que saibam opinar conscientemente sobre as diferentes situações do seu dia a dia.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), Brasil (2006) caracterizam o documento oficial brasileiro que rege os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais discutidos nesse nível de ensino. Por meio desse documento percebemos que o ensino tradicional, por si só, não tem tanta eficácia no processo de aprendizagem dos alunos. Portanto, para que tenhamos uma educação de qualidade, é necessário criar mecanismos de inovação e de motivação para nossa sala de aula.

Para mudar um pouco essa realidade, uma das estratégias que o professor pode utilizar é o trabalho com temas que estejam inseridos na realidade do aluno.

Dentre diversos exemplos de tema gerador (Freire, 1987), a temática água pode conferir aos docentes inúmeras possibilidades de discutir conteúdos químicos a serem trabalhados nas aulas dessa disciplina, uma vez que este tema está presente no cotidiano de todos os indivíduos e se trata de um líquido vital para a sobrevivência dos seres vivos. O que faz com que todos tenham conhecimentos prévios sobre esse assunto, assim, ele torna-se um tema que pode ser trabalhado também a luz da teoria da aprendizagem significativa.

Nesta perspectiva, este artigo apresenta uma pesquisa sobre as contribuições de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) utilizando a temática água para abordar conteúdos químicos, aplicada a alunos do 2º ano do ensino médio no município de Extremoz/RN. Para tanto, além de aulas expositivas dialogadas, também foram usadas estratégias como atividades experimentais, resolução de problemas, discussões em grupos e construção de mapas conceituais. A aprendizagem dos alunos foi verificada através das respostas deles aos problemas e exercícios propostos além da participação dos mesmos nas atividades experimentais e discussões. A avaliação final da unidade foi realizada por meio de um questionário baseado na escala de Likert, respondido individualmente pelos estudantes, cujas análises indicam que a unidade proposta foi considerada como favorável ao processo de ensino e aprendizagem da química.

A elaboração da UEPS procurou privilegiar uma sequência de atividades que oportunizasse ao aluno um ensino “potencialmente significativo”. Para tanto, a estruturação da sequência de atividades teve como suporte metodológico As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS (Moreira, 2011), bem como o eixo temático “a química e a hidrosfera”, norteadores da escolha dos temas e das metodologias trabalhadas nas atividades, de acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002).

O uso da temática água

O tema água pode ser utilizado em salas de aulas de diferentes disciplinas e níveis de ensino, pois é um assunto que está inserido no cotidiano de todos. Essa substância de importância vital para a vida apresenta características únicas que dão possibilidades de abordá-la em diferentes conteúdos.

Sua estrutura molecular simples formada por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, apesar de ser eletricamente neutra, apresenta uma polarização: um de seus extremos é mais positivo e o outro é mais negativo, devido à distribuição desigual da densidade de elétrons.

A água apresenta propriedades extremamente peculiares, como maior densidade, elevadíssimo calor específico, maior resistência à passagem da luz, pequena capacidade de dissolver o gás oxigênio e grande capacidade de dissolver substâncias em geral, além de conter nutrientes orgânicos e inorgânicos, tanto em suspensão como em solução. A água é a única substância não metálica e inorgânica que se apresenta em estado líquido nas temperaturas e pressões normais da superfície da Terra (Gomes e Clavico, 2005). A água apresenta, ainda, propriedades anômalas no intervalo de temperatura entre 0°C e 4°C capazes de explicar, por exemplo, a existência de vida marinha nas regiões polares. Com a diminuição da temperatura, em geral as substâncias se contraem, aumentando suas densidades. No caso da água, isso também ocorre até que a temperatura de 4°C seja atingida. Uma diminuição desta temperatura promove uma expansão na reorganização das moléculas de água, acarretando uma diminuição na sua densidade. Desse modo, a densidade da estrutura sólida da água (gelo) é menor do que a estrutura da água líquida.

É por essas e outras peculiaridades que esta temática pode-se caracterizar como importante para se trabalhar em sala de aula. Abaixo é destacado um quadro com alguns conteúdos de química que podem ser abordados através dessa temática.

Quadro 1: Relação de conteúdos que podem ser trabalhados mediante a temática água.

Conteúdos	Tópicos que podem ser trabalhados
Propriedades dos materiais	Disposição dos átomos, propriedades físicas (ponto de ebulição, fusão...), densidade, pressão de vapor, capacidade calorífica, diagrama de fases.
Química inorgânica	Ácidos e bases (conceito de Arrhenius), sais, produto iônico.
Ligações químicas	Ligação covalente, polaridade, geometria molecular, eletronegatividade, interações intermoleculares.
Reações químicas	Reações químicas em meio aquoso, o papel da água na mobilidade iônica e na solvatação de íons, equações iônicas.
Solução química	Classificação das soluções, solubilidade, propriedades coligativas, cálculos de concentração e diluição, produto de solubilidade.
Equilíbrio químico	Equilíbrio iônico da água, equilíbrio ácido-base (pH, pOH, constante de ionização...).
Oxidação	Água e a corrosão, potencial de oxirredução.

Fonte: SANTANA, I. S. (2014)

Nos últimos anos, vem se discutindo muito sobre a qualidade e o tratamento da água (AZEVEDO, 1999; GOMES e CLAVICO, 2014; GASSI, 2014; QUADROS, 2004; SANTOS e FILDS, 2013). É muito importante que os alunos sejam conscientes da importância da água para a humanidade, de todas as suas relações sociais, ambientais, e econômicas, de suas características e propriedades, bem como, se responsabilizar pela qualidade da água que consomem cientes dos diferentes fatores que podem causar a poluição desse bem tão precioso a todos e de maneiras para intervir neste processo.

Torralbo (2009) investigou como os professores de Química do ensino médio trabalham essa temática em suas aulas, procurando conhecer a visão de especialistas sobre como deveria ser

ensinado na escola. Segundo a visão dos especialistas, é muito importante abordar a problemática da água e sua importância para a vida por meio de atitudes que contribuem para a formação de um cidadão crítico e consciente, bem como o tema sustentabilidade. Eles também defendem que esses assuntos sejam apresentados de forma contextualizada e interdisciplinar. Os especialistas ainda elencaram uma variedade de conceitos que poderiam ser explorados por meio dessa problemática, como soluções, ácidos e bases, pH, solubilidade, condutibilidade, equilíbrio químico, tensão superficial, ligações químicas, reações químicas, oxidação, funções inorgânicas, entre outros. Ainda segundo essa autora, é muito importante utilizar esse tema no ensino de Química, pois pode servir como um recurso para realizar aproximações entre o conceito químico e o cotidiano dos alunos.

Fied's (2010) afirma que a questão hídrica pode ser trabalhada utilizando os conhecimentos que os alunos já possuem sobre a água, explicando a eles, por exemplo, a importância do racionamento e da reutilização da água, como evitar o uso exagerado desse bem precioso com simples mudanças de hábitos, além de introduzir alguns dos conceitos de química por meio da identificação dos compostos químicos existentes na água e a identificação de suas propriedades físico-químicas (QUADROS, 2004).

Quanto ao estudo da qualidade da água, este pode ser desenvolvido para promover a compreensão da importância desse recurso natural, além do entendimento de como a poluição e a contaminação alteram sua qualidade e afetam o complexo organismo dos seres vivos, e ainda para desenvolver nos educandos a habilidade de manusear aparelhos e materiais utilizados para analisar a água, compreendendo os parâmetros da qualidade da água e seus limites. Como destacam Fiorucci e Benedetti Filho (2005), [...] diante da disponibilidade restrita de águas naturais para consumo humano e da sua crescente poluição, é importante entender os processos químicos que nelas ocorrem e como o uso do conhecimento químico pode ser empregado na avaliação da qualidade da água.

Santos e Field's (2012) desenvolveram um trabalho sobre o estudo da qualidade da água para fomentar nos alunos a capacidade de compreender a importância desse recurso natural. Segundo eles, esse é um tema relevante para levar para sala de aula, pois a água é muito importante para o planeta e tem chamado a atenção do mundo todo em relação ao seu uso, ao seu desperdício e à sua qualidade, além de permitir o desenvolvimento de alguns conhecimentos químicos que podem ser trabalhados com os alunos.

Neste contexto, o tema água se mostra um assunto relevante para trabalhar em sala de aula, pois além de ser um recurso muito importante para o planeta e necessário para a humanidade, há de se promover o entendimento de que a grande maioria das reações químicas que ocorrem em nossas vidas, acontecem em ambiente aquoso, sendo a água o solvente responsável por permitir, através de interações intermoleculares de diferentes magnitudes, a promoção dessas reações químicas, bem como a estabilização dos compostos formados. tornando-se assim um tema relevante para os alunos, num contexto onde a água é um problema, motivando-os a aprender e a discutir sobre suas propriedades.

A Teoria da Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel para a aprendizagem de conteúdos conceituais. A aprendizagem significativa focaliza o sujeito do conhecimento que atribui significados ao mundo que o cerca, ao fazer uso de sua capacidade de compreender e de refletir (Masini, 2011).

Na aprendizagem significativa, o aluno vai além da memorização ou da resolução de exercícios. Ele consegue transpor seus conhecimentos aprendidos no contexto escolar para resolver outras situações da vida, fazendo correlações entre seus conhecimentos e outros tipos de saberes.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), para que haja uma aprendizagem significativa é necessário que o aprendiz possa relacionar o material de aprendizagem com a estrutura de conhecimento de que já se dispõe. Ou seja, o material a ser apreendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isso acontece quando a nova informação “ancora-se” nos conceitos relevantes já existentes na estrutura do aprendiz.

Nessa perspectiva, encontram-se muitos trabalhos na literatura que sugerem o uso de estratégias pedagógicas relacionadas à teoria da aprendizagem significativa. Castro e Costa (2011) relatam a contribuição de um jogo didático para o processo de ensino e de aprendizagem de Química no ensino fundamental segundo o referencial da aprendizagem significativa. Uhmman e Maldaner (2006) trabalham a aprendizagem significativa de conceitos químicos na contextualização ligada ao reaproveitamento de resíduos sólidos. Viana (2011) utiliza a teoria da aprendizagem significativa para avaliar os conhecimentos dos alunos do curso de Pedagogia acerca dos principais conceitos relativos à geometria espacial básica. Núñez, Ramalho e Uehara (2011) apresentam resultados de um estudo que avaliou o conhecimento profissional de futuros professores de ciências naturais para planejar situações didáticas direcionadas ao ensino de conceitos baseados na aprendizagem significativa de Ausubel. Guimarães (2009), por sua vez, retrata como a experimentação pode tornar a aprendizagem significativa.

Sendo assim, é notório que a teoria da aprendizagem significativa apresenta resultados satisfatórios relacionados ao ensino e à aprendizagem de conceitos no ensino de Ciências Naturais, notadamente na Química.

Uma das estratégias que o professor pode utilizar para trabalhar com a teoria da aprendizagem significativa são as unidades didáticas. As unidades didáticas ou sequências didáticas são possibilidades que vêm sendo bastante usadas ultimamente, pois têm sido uma forma de organizar os conteúdos e dinamizar as atividades e/ou estratégias de ensino, de maneira sistematizada e obedecendo a uma sequência lógica que é vinculada a objetivos pretendidos para a abordagem de diferentes conteúdos. As unidades de ensino podem ser significativas quando são voltadas para o ensino de conceitos relacionados à aprendizagem significativa.

As unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) representam uma estratégia importante que o professor pode utilizar. De acordo com Moreira (2011, apud SILVA; MOHR, ..., 2012, p.45), as UEPS “são sequências de ensino, fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente para sala de aula”.

Moreira ainda define alguns princípios que devem ser levados em conta nas UEPS:

- ✓ *O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);*
- ✓ *Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva quando a aprendizagem é significativa (Novak);*
- ✓ *É o aluno que decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);*
- ✓ *Organizadores prévios mostram a racionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;*
- ✓ *São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;*

- ✓ *Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;*
- ✓ *As situações-problema devem ser propostas em nível crescente de complexidade (Vergnaud);*
- ✓ *Em frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);*
- ✓ *A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);*
- ✓ *A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;*
- ✓ *O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);*
- ✓ *A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);*
- ✓ *Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e a compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);*
- ✓ *Essa relação poderá ser quadrática, na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo, ou seja, na medida em que for também mediador da aprendizagem;*
- ✓ *A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);*
- ✓ *A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento), ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso de diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).*

Com base nos princípios norteadores acima, procuramos, neste trabalho, elaborar uma unidade de ensino potencialmente significativa que utiliza como tema central a água na abordagem de conteúdos químicos.

Mapas Conceituais

Dentre as várias estratégias didáticas que o professor pode utilizar, o trabalho com mapas conceituais vem sendo evidenciado em diversas pesquisas na área de ensino de Ciências (Moreira, 2010; Lima et al, 2005; Cavalcante e Maximiano, 2008; Uhmman e Maldaner, 2006; Castro e Costa, 2011). Segundo Moreira (2010), “mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos”. Ele é expresso através de um esquema visual que possibilita representar as relações significativas que os alunos realizam entre os conceitos.

Este recurso tem se apresentado como uma importante ferramenta de ação pedagógica, sendo útil para o ensino de diversos temas e possibilitando que um conjunto de conceitos seja apresentado aos alunos, a partir do estabelecimento de relações entre eles (Freitas Filho, 2007).

No mapa conceitual, a organização dos assuntos segue uma ordem de hierarquia, sendo que, no topo do mapa, encontram-se os conceitos de maior abrangência e, abaixo deles, os que são subordinados, ou seja, de menor abrangência.

Os mapas conceituais podem facilitar a aprendizagem significativa, mas “se utilizados de forma inadequada, podem levar os alunos à aprendizagem mecânica, pois os alunos podem apenas decorá-los e reproduzi-los”. (Moreira, 2010).

O uso de mapas conceituais no ensino de Química foi apresentado como um recurso do planejamento de aulas dessa disciplina (Freitas Filho, 2007) e na abordagem de conteúdos químicos, tais como eletroquímica (Lima et al., 2005), energia (Silva Júnior et al., 2012), ligações químicas (Trindade e Hartwig, 2012) e radioatividade (Watanabe, 2010), dentre outros. Em todos esses trabalhos, é possível identificar um avanço significativo na aprendizagem entre os diferentes momentos da aula na abordagem de conteúdos químicos. Assim, fica evidente a importância desse recurso tanto para professores de Química, como forma de organizar e planejar os conteúdos de ensino, como também para os alunos do ensino médio, os quais têm o mapa como um recurso para avaliar as limitações e potencialidades da aprendizagem de conceitos químicos.

Metodologia

O planejamento e a organização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foram conduzidos com base no referencial teórico da Aprendizagem Significativa. A pesquisa aqui relatada traz elementos da abordagem qualitativa, uma vez que dá ênfase à fala e à escrita dos participantes. No entanto, a título de melhor organização e visualização dos resultados, em alguns momentos haverá números e dados percentuais quantitativos.

A escolha em trabalhar o tema água pode ser justificada pelo fato de este ser muito discutido pela população em geral da cidade de Extremoz/RN, que constantemente debate sobre a possível falta de potabilidade da água, configurando-se como um tema rico para abordagem de diversos conceitos químicos, dentre outros.

Antes do planejamento da UEPS, foi necessário mergulhar nos trabalhos que abordavam a aprendizagem significativa como estratégia didática no domínio específico da Didática das Ciências. Para tanto se tomou como referência as orientações de Moreira (2012) para a construção da unidade de ensino potencialmente significativa.

Para auxiliar na sequência de atividades, foram elaboradas quatro cartilhas envolvendo o tema água. A primeira cartilha foi elaborada com o intuito de promover uma discussão que possibilitasse ao aluno expor suas ideias sobre o tema água e sobre os tipos de poluição que pode afetá-la. Já na segunda cartilha, o aluno foi orientado a fazer um experimento sobre as etapas de tratamento de água, momento em que foi introduzido o conceito de soluções químicas e suas classificações. Na terceira cartilha, foi elaborada uma discussão sobre a diferença entre a água de poço e a água de lagoa e também trouxe um problema que envolve o conteúdo de diluição de solução química. Para finalizar, a quarta cartilha tem como tema a qualidade da água, trazendo uma sequência de experimentos que retratam alguns processos feitos para análise da água potável. Essas cartilhas foram produzidas com o intuito de auxiliar o professor na aplicação da sequência didática.

Para validar a UEPS, foi utilizada uma turma piloto da mesma escola e do mesmo nível de ensino no qual a unidade foi efetivamente desenvolvida. Após a aplicação na turma piloto, no mesmo ano letivo e bimestre seguinte, foram realizados os ajustes necessários ao material elaborado, como por exemplo, algumas questões foram melhoradas e posteriormente, este material revisado foi aplicado na turma objeto de estudo dessa pesquisa.

A UEPS foi desenvolvida em sete encontros totalizando treze horas/aulas, e aplicado em sete semanas do 2º bimestre do ano letivo de 2014. A turma de trinta e cinco alunos foi dividida em sete grupos de 5 alunos cada, seis dos quais participaram efetivamente até o final da proposta. A seguir é apresentada uma tabela que mostra a sequência de atividades propostas pela nossa UEPS e suas relações com o modelo/proposta de UEPS descrita por Moreira (2011).

Quadro 2: Relação entre os passos da UEPS citados por Moreira e a UEPS aplicada neste trabalho.

PASSOS DA UEPS	MOREIRA (2011)	UEPS PROPOSTA NESTE TRABALHO
Passo 1	Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico.	Esta sequência de atividades foi planejada com o intuito de promover uma aprendizagem significativa de conceitos químicos relacionados ao tema água, por meio de diferentes atividades de ensino. Os principais conceitos trabalhados foram soluções químicas, pH, ácidos e bases entre outros.
Passo 2 (1º e 2º encontros)	Criar/propor situação(ções) que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio.	Questionário para identificação das ideias prévias dos alunos a respeito do conceito de soluções químicas e de água potável e aplicação da Cartilha 1.
Passo 3 (3º encontro)	Propor situações-problema, em nível bem introdutório.	Aplicação da Cartilha 2: Etapas de tratamento da água.
Passo 4 (4º encontro)	Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva.	Aula expositiva dialogada.
5º passo (5º encontro)	Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em nível crescente de complexidade.	Aplicação da Cartilha 3: Situação problema envolvendo o processo de diluição.
Passo 6 (6º encontro)	Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém com base em uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa.	Aula expositiva dialogada.
Avaliação da aprendizagem da UEPS – possíveis evidências de aprendizagem significativa		
Passo 7 (1º ao 7º encontro)	Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa.	Ocorrerá durante a aplicação da UEPS, mediante as observações registradas pela pesquisadora e considerando as perguntas contidas nas cartilhas.
Passo 8	A UEPS somente será considerada bem-sucedida se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).	A captação de significados, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema serão observadas por meio das respostas às questões propostas nas Cartilhas e nas discussões em grupo.

A atividade inicial foi a aplicação de um questionário (anexo A), respondido individualmente e sem a consulta de livros ou outros materiais de apoio, para a identificação das

ideias prévias dos alunos quanto ao tema. Após a análise deste questionário, procedeu-se à aplicação da primeira cartilha que trazia algumas reportagens sobre a qualidade da água em algumas regiões do estado. Este segundo encontro até o sétimo foi feito com os alunos divididos em grupos de quatro a cinco estudantes. A primeira cartilha proporcionou uma discussão a respeito dos fatores que poderiam causar a poluição da água da comunidade. Esta cartilha também continha uma questão sobre o conceito de solução química.

No terceiro encontro foi apresentado aos alunos um vídeo sobre as etapas de tratamento da água, como por exemplo, as que são realizadas em uma companhia de águas e esgotos, o que forneceu subsídios aos participantes para a construção de um filtro natural, conforme descrição de Gonçalves (1999). Após esse momento foram realizadas discussões com os alunos onde os mesmos comentaram não saber que a água passava por todos estes processos, alguns ainda perguntaram se a água do poço artesiano de sua residência tinha que passar por todas essas etapas para ser considerada potável. Após as discussões foram fornecidas algumas orientações sobre a construção de mapas conceituais. Neste primeiro contato com a ferramenta os alunos se mostraram muito confusos e 2 grupos não construíram o mapa.

No quarto encontro os alunos participaram de uma aula expositiva dialogada que foi realizada no intuito de proporcionar a sistematização do conteúdo de soluções químicas.

Echeverría (1996), Marcondes e Carmo (2008), Sá e Silva (2008) e Carmo et al. (2010) trabalharam o conceito de soluções químicas com alunos de 2º ano do ensino médio de escolas públicas de diferentes estados do Brasil. As principais dificuldades apresentadas pelos alunos relacionadas ao conceito em estudo, listadas pelos autores, foram: Associar a ideia de solução à ação que envolve o ato de “misturar”, sem especificar a ideia de fases; Ideia de mistura como uma solução heterogênea; Confusão entre os conceitos de substância pura e mistura homogênea (solução).

Foi notado que as dificuldades dos alunos não fugiam do que a literatura sinalizava, assim nesta etapa, a professora fez as necessárias mediações entre as ideias dos alunos e o conhecimento químico objeto de estudo da UEPS e resgatou as orientações fornecidas no encontro anterior sobre mapas conceituais, a fim de que todos comesçassem a construir o conhecimento científico levando em conta o mecanismo de diferenciação progressiva ou a reconciliação integradora.

A aplicação da terceira cartilha ocorreu no quinto encontro, no qual foram realizadas discussões sobre o processo de cloração da água. Na sequência, foi apresentada a seguinte situação problema “João tem um Poço em sua casa e não sabe a quantidade de cloro que pode colocar na água para que ela seja tratada e não prejudique a ele e sua família. Ajude João a calcular a quantidade de cloro que ele pode colocar em seu poço.?”

No sexto encontro foi realizada uma aula expositiva dialogada, em que foi possível proceder à sistematização do conteúdo trabalhado além de ser apresentado problemas e exercícios sobre o conteúdo de concentração das soluções químicas.

O sétimo encontro foi realizado com o intuito de avaliar os alunos acerca dos conceitos estudados. Dessa forma, eles receberam a quarta cartilha e, em grupo, fizeram alguns experimentos relacionados ao processo de análise da qualidade da água em um laboratório de uma companhia de tratamento de águas e esgoto. Este encontro foi finalizado com a elaboração de um mapa conceitual dos conceitos evidenciados pelos alunos ao longo de toda a UEPS.

Para avaliar a UEPS, elaborou-se um questionário que foi aplicado aos alunos participantes e, posteriormente, foi analisada a aceitabilidade dessa proposta de ensino com base na escala de Likert.

Resultados e discussões

Relataremos aqui análise dos dados coletados durante a aplicação do produto deste trabalho, bem como se promoverá uma discussão baseada no referencial teórico. Visa-se também expor a avaliação da aprendizagem da UEPS, a partir das observações da pesquisadora em busca de possíveis evidências de aprendizagem significativa obtida, ou não, por parte dos alunos durante a execução das atividades desenvolvidas ao longo da unidade de ensino, além da avaliação da própria UEPS mediante a opinião dos alunos expressa em um questionário baseado na escala de Likert.

Ideias prévias dos alunos na primeira cartilha

A fim de levantar as primeiras ideias prévias dos alunos, foi utilizado um questionário visando a identificação dos conhecimentos relativos à temática água e ao conteúdo de solução química. A importância de se conhecer esses conceitos é justificada pela presença relevante que eles assumem nos diferentes contextos da vida de qualquer ser humano.

Ao analisar as respostas dos alunos quanto aos conceitos relacionados ao tema água, foi identificado que muitos deles não têm uma compreensão correta sobre água potável. Porém, foi possível identificar que é um tema sempre presente em suas vivências e, embora não tenham sido apresentadas muitas respostas plausíveis de acordo com os padrões estabelecidos pelos órgãos fornecedores de água, eles responderam às questões com opiniões de senso comum que favorecem a construção de conceitos químicos utilizando essa temática. A tabela abaixo mostra as principais ideias apresentadas pelos alunos na primeira aula sobre o tema água potável.

Quadro 3: Relação das principais ideias sobre água potável apresentadas pelos alunos durante a primeira aula.

	Ideia	Satisfaz o conceito?	Porcentagem de alunos que responderam
A	“Água potável é aquela que não tem nitrato nem nitrito.”	Não	12%
B	“Água potável é uma água que é pura.”	Não	10%
C	“Água potável é aquela que não tem nenhum agente químico.”	Não	30%
D	“Água potável é aquela que apresenta condições próprias para consumo segundo parâmetros físicos, químicos e organolépticos.”	Sim	48%

Segundo a Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde, água potável é a água para o consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radiativos atendem ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde humana. Uma das

unidades temáticas presentes nos PCN+ referente ao tema Química e à hidrosfera é a unidade temática água e vida, que tem como um dos objetivos compreender a necessidade de tomar a água potável. Nesse sentido, é importante que os alunos entendam o conceito de água potável para que possam também ter consciência de sua importância..

Embora todos os alunos tenham respondido a questão sobre o conceito de água potável, apenas 48% responderam-na corretamente. Assim, verifica-se que a maioria dos alunos não tinha um conceito formado sobre água potável ou tem um conceito equivocado.

“Reconhecer que os jovens possuem diversos conhecimentos do dia a dia propicia ao professor criar um ambiente no qual os estudantes se sintam encorajados a apresentar suas conjecturas, argumentos contra ou a favor das ideias dos outros, sabendo que a todo momento seu raciocínio será valorizado e que isso pode contribuir para o desenvolvimento de sua aprendizagem” (Freitas Filho e Celestino, 2010). Assim, segundo Castro e Costa (2011), o professor deve ficar atento ao conhecimento prévio de seus alunos pois “em termos de sala de aula, pode-se dizer que a aprendizagem significativa só se concretiza quando o conteúdo apresentado pelo professor consegue ancorar-se a um conceito relevante “subsunçor” que o aluno já tenha em sua estrutura cognitiva”. Assim, à medida que outras informações lhes forem expostas, os alunos conseguirão assimilar e reestruturar seu conhecimento.

Ainda no levantamento das ideias prévias sobre o que é uma solução química, também foi possível identificar que muitos alunos possuem uma noção equivocada desse conceito. Segundo Mortimer e Machado (2013), uma solução química é um material composto de mais de uma substância, de forma que essas substâncias sejam solúveis entre si e devem estar distribuídas de forma homogênea por todas as porções. A análise do quadro 4 indica que a maioria dos alunos deu uma resposta que não justificava o conceito de solução química, confundindo inclusive a solução com uma possível ideia de reação química.

Quadro 4: Relação das principais ideias sobre solução química apresentadas pelos alunos durante a primeira aula.

	Ideia	Satisfaz o conceito?	Porcentagem de alunos que responderam
A	“Solução química é uma solução de substâncias que modificam a forma original da solução.”	Não	10%
B	“É toda substância que é usada para purificação da água, como o cloro entre outras.”	Não	10%
C	“É uma junção de reagentes que podem transformar a estrutura de um elemento.”	Não	25%
D	“Preparo de substâncias para resolver um problema.”	Não	15%
E	“É uma mistura homogênea.”	Sim	7%
F	Não responderam	-	33%

O quadro 4 mostra(33%) dos alunos não responderam à questão, apenas sete por cento (7%) dos alunos deram uma resposta correta de acordo com o conceito e a maioria, sessenta por cento (60%), responderam com uma resposta que não justificava o conceito.

Quando os alunos foram reunidos em grupo e discutiram o conceito, nenhum dos grupos chegou a uma resposta do conceito de solução correta ou que gerasse um padrão de aproximação.

Em um dos grupos, um aluno ainda argumentou “**eu acho que soluções têm alguma coisa a ver com misturas homogêneas**”. No entanto, os demais componentes do grupo não concordaram com esta fala e insistiram que o conceito de solução estava diretamente relacionado com o tratamento da água, concluindo que solução química seria:

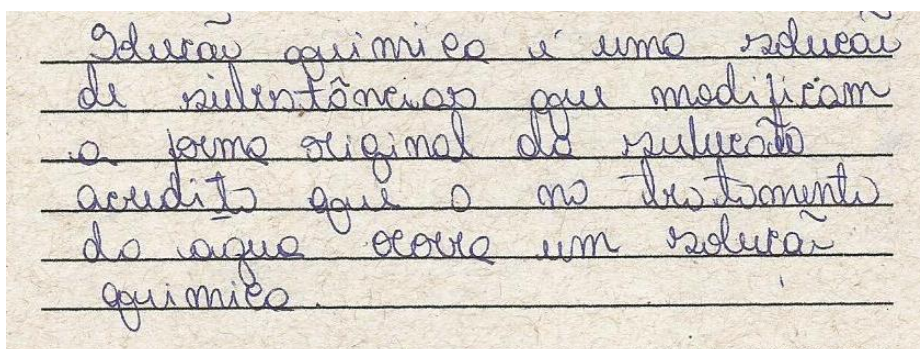


Figura 1. Resposta do grupo 1 à questão 3 da primeira cartilha.

De acordo com Coll et al. (1998, p.82), quando uma pessoa aprende, ela consegue traduzir esse conhecimento com suas próprias palavras e é capaz de atribuir significado a este material.

Uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado o material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” esse material; e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para suas próprias palavras.

Nesse sentido, nota-se que esse aluno que tentou responder corretamente, mas não tinha argumentos para convencer o grupo, não havia compreendido ainda o conceito de soluções, pois não conseguiu dotar de significado o seu conceito, ou seja, não havia argumentos para convencer seus colegas de que sua ideia estava correta. Ainda segundo esses autores, este problema é muito comum nas salas de aulas, pois, na maioria das vezes, os professores trabalham com conceitos de forma que os alunos aprendem como uma lista de dados, limitando-se a memorizar ou a reproduzir, no melhor dos casos.

Segundo Moreira (2006), para que os alunos aprendam significativamente é necessário que ocorra interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunoeres) especificamente relevantes. É importante que o professor trabalhe de forma a dotar de relevância os conceitos estudados para que faça sentido ao estudante. Fazendo com que esse dado vá adquirindo significado e ficando mais rico, mais diferenciado até torna-se ancora para novas aprendizagens. Quando o conhecimento faz sentido ao estudante, fica mais difícil de esquecer-lo.

Podemos observar, desse modo, que as dificuldades apresentadas pelos alunos neste trabalho não diferem das dificuldades enfrentadas por outros alunos, como sinalizadas por estes autores. Isso nos possibilitou uma compreensão melhor de como atuar nas etapas seguintes do trabalho, inclusive no que se refere às orientações sobre a elaboração de mapas conceituais.

Discutindo as cartilhas

No terceiro encontro foi trabalhado um vídeo e a cartilha 2 que continha um experimento sobre as etapas de tratamento da água, seguida de um contato inicial com a estratégia de construção de mapas conceituais.

Antes de trabalhar a cartilha dois propriamente dita, os alunos assistiram a um vídeo sobre as etapas de tratamento pelas quais a água passa em uma estação de tratamento de água (ETA). Os educandos se mostraram interessados e o assistiram com atenção, de aproximadamente nove minutos. Logo após a sessão, eles começaram a produzir um filtro natural com materiais alternativos que a professora havia solicitado na aula anterior.

Nesta etapa do trabalho, foi bem interessante ver a empolgação dos alunos ao construírem o filtro natural. Eles se revezavam na distribuição de tarefas, pois cada um elaborava uma parte do filtro e perguntavam se podiam utilizar este filtro em casa. Após a realização do experimento, a cartilha trazia algumas questões. A primeira questão pedia para os alunos descreverem os processos de separação de misturas que foram utilizados durante o procedimento. Nesta questão era esperado que além da descrição do processo, também, citassem o nome de alguns tipos de separação de misturas. Todos os cinco grupos fizeram a descrição do processo e um dos grupos, além de descrever citou o nome de alguns conceitos relacionado aos processos como a filtração e a floculação conseguindo assim fazer a associação entre a prática e o conhecimento científico. A questão dois perguntava que outros processos eram importantes para que a água se torna-se boa para consumo? Três grupos identificaram o processo de desinfecção que seria usado na etapa final e dois grupos não conseguiram identificar nenhum processo. A terceira pergunta era a respeito do por que da diminuição do pH na etapa de floculação, quatro grupos justificaram que o pH diminuiu por que foi adicionado uma solução ácida, tornando assim o pH com um valor menor. A última questão era referente aos tipos de solução, foi perguntado se existia soluções no estado sólido e no estado gasoso, nesta questão dois grupos responderam que sim e três grupos responderam que não

Mediante as respostas apresentadas é possível notar que, mesmo eles tendo assistido a um vídeo explicativo sobre as etapas de tratamento da água, muitos ainda sentiram dificuldades de identificar estes processos. O que é totalmente compreensível e esperado quando analisado segundo a teoria da aprendizagem significativa. Pois, para que o estudante aprenda significativamente é importante vários fatores como a predisposição em querer aprender, fazer associações entre o que ele já sabe e o conhecimento científico, entre outros. Mas, o vídeo pode servir de pontapé inicial para despertar o interesse dos alunos para o assunto e a partir dele o professor pode buscar fazer associações para que o aluno consiga relacionar as suas ideias prévias aos conhecimentos da ciência.

Outra observação importante é que a maioria dos alunos conseguiu relacionar a diminuição do pH com a adição de uma solução ácida, o que se configura como um aspecto positivo para o momento de aprendizagem significativa da UEPS.

Na etapa seguinte a esta cartilha, os alunos iniciaram a construção e também apresentaram os mapas conceituais sobre o experimento realizado. Apresentamos abaixo os mapas elaborados nessa etapa da UEPS por quatro grupos, os outros 2 grupos não conseguiram elaborar o mapa:

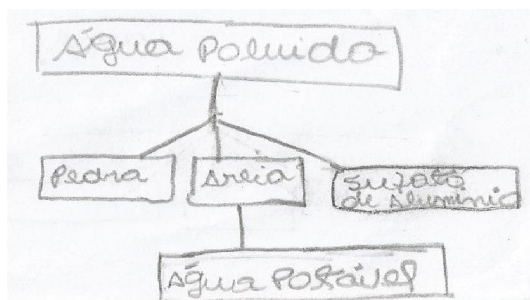


Figura 2. Mapa conceitual inicial do grupo 1.

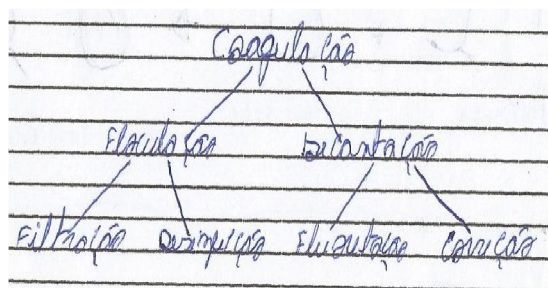


Figura 3. Mapa conceitual inicial do grupo 2.

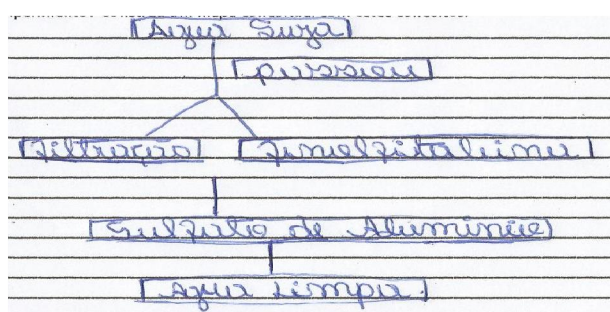


Figura 4. Mapa conceitual inicial do grupo 3.

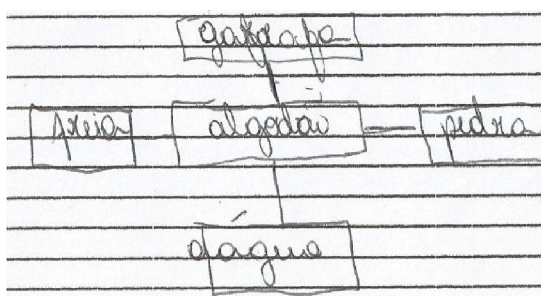


Figura 5. Mapa conceitual inicial do grupo 4.

Vários trabalhos no ensino de química vêm utilizando a elaboração de mapas conceituais como uma estratégia de ensino para identificar a relação de conceitos que os alunos podem elaborar durante uma aula ou sequência de atividades de ensino. A análise dos mapas elaborados pelos grupos indica que os alunos sentiram certa dificuldade na sua construção, talvez por nunca terem utilizado essa ferramenta. Dois grupos não construíram o mapa, mas os outros quatro grupos fizeram os mapas motivados embora tenham apresentado algumas relutâncias no início. Freitas Filho (2007), Yano e Amaral (2011) e Hilger e Griebeler (2013) utilizaram, em seus trabalhos, a estratégia dos mapas conceituais e, não diferente desta pesquisa, os alunos também sentiram uma dificuldade inicial na construção dos mapas, no sentido de que não colocaram as palavras de enlace e, em alguns casos, também não apresentaram uma hierarquia entre os conceitos utilizados.

Apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos para a construção dos mapas conceituais, esta primeira etapa foi importante pois possibilitou um contato inicial com esse recurso para que assim, posteriormente, pudessem elaborar mapas que apresentassem maior consonância com as propostas de Moreira (2010). Ainda que os primeiros mapas não tenham apresentado um grande encadeamento de relações conceituais, eles forneceram ideias importantes desenvolvidas pelos alunos sobre o conteúdo em estudo, favorecendo o professor/pesquisador no direcionamento das atividades/aulas que foram realizadas nas cartilhas subsequentes.

Alguns princípios metodológicos vêm sendo considerados, como identificação e seleção dos conceitos ou ideias-chave organizadas hierarquicamente pelos alunos, estando “os conceitos mais inclusivos no topo do mapa e os mais específicos mais abaixo; estabelecimento de relação entre conceitos através de linhas de ligação formando proposições sobre elas, palavras explicativas que a

justifiquem; ordenação sequencial lógica entre as proposições formando uma unidade semântica” (Yano e Amaral, 2011). Como observado nos mapas apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6, foi possível identificar que a dificuldade de construção deles se dá, justamente, pela falta desses princípios em sua totalidade e do domínio do conteúdo. Ainda, isso também pode ser justificado pela falta de experiência dos alunos no uso dessa estratégia de ensino.

Dando continuidade à UEPS, a cartilha três, denominada água de poço, foi aplicada trazendo uma situação problema que discute a cloração da água de poços e questões relativas ao conteúdo de diluição das soluções químicas. O problema pede para os alunos calcularem a quantidade de cloro que deve ser usado para fazer a cloração de um poço artesiano.

Para responder a este problema, os alunos tiveram como subsídio um texto que fornecia orientações sobre como proceder para fazer a desinfecção do poço. No texto foi fornecido a quantidade de hipoclorito de sódio por quantidade de água do poço, o que poderia ajudar os alunos na resolução do problema da cartilha 3.

Nesta etapa da UEPS, todos os 6 grupos participaram e conseguiram chegar a uma resposta correta para o problema em questão. A resposta dada por um desses grupos chamou a atenção e merece destaque, uma vez em que há uma clara associação entre o problema levantado e o seu cotidiano, como mostrado a seguir:

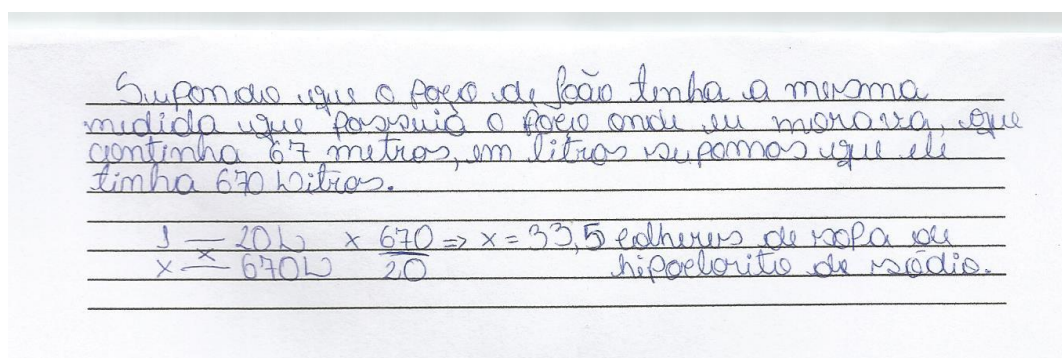


Figura 6: Resposta do grupo 7 à atividade da Cartilha 3.

Conforme Pozo e Crespo (2009), para que haja aprendizagem significativa é necessário que o aluno possa relacionar o material de aprendizagem com a estrutura de conhecimento que já dispõe. Estes conhecimentos que o aluno já sabe são chamados de organizadores prévios ou subsunçores. De acordo com Moreira (2006, p.18),

[...] os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

No entanto, à medida que a aprendizagem começa a ser significativa, estes subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Assim, por meio da escrita dos alunos, pode-se notar que o problema em questão foi relevante, pois os alunos conseguiram fazer uma ponte entre suas vivências e o conhecimento químico. Pode-se afirmar também que o tema trabalhado está inserido no cotidiano dos alunos, não apenas como mera ilustração, mas se caracterizando como importante para a construção do

conhecimento químico que o aluno pode utilizar não apenas em sala de aula, mas também em algumas das atividades que permeiam o seu dia a dia, já que a escola se situa em uma cidade em que há várias discussões sobre a qualidade da água dos poços artesianos.

Na quarta cartilha os alunos fizeram dois experimentos que abordavam a qualidade da água. O primeiro tratava sobre a análise das propriedades organolépticas. Foram entregues luvas aos alunos e foi explicado que deveria ser realizado apenas de forma qualitativa. Os alunos gostaram muito de receber as luvas e ficaram bastante empolgados para realizar a atividade experimental. Foi interessante observar que todos os grupos avaliaram a atividade de forma coerente com os procedimentos discutidos anteriormente no vídeo apresentado na segunda cartilha.

No ensino de Ciências, “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (Guimarães, 2009). Outros trabalhos também utilizaram esta integração entre a teoria da aprendizagem significativa e a estratégia da experimentação, como ratificam as pesquisas realizadas por Souza (2011), que descrevem o êxito advindo do trabalho de atividades experimentais com a referência da aprendizagem significativa.

Na sequência, foi realizado o segundo experimento que tinha como objetivo investigar as propriedades físico-químicas da água. Para esta atividade foi solicitado aos alunos a apresentação dos conceitos evidenciados no experimento através de um questionário contido nas cartilhas de apoio. O Quadro 5 mostra os conceitos apresentados pelos diferentes grupos.

Quadro 5- Relação de conceitos identificados pelos alunos nos experimentos

Grupos	Conceitos
1	pH, concentração, propriedades organolépticas, ácidos e bases, solução, soluto, solvente
2	pH, soluto, solvente, cor, cheiro, concentração de cloro
3	Substância pura, propriedades organolépticas, água potável, ácidos e base
4	Propriedades organolépticas, pH, concentração molar, ácidos e bases, cloração
5	Propriedades organolépticas, pH, ácido e base, cloração
6	Concentração, medição de pH, solução
7	Propriedades organolépticas, medição de pH, ácidos e bases, controle de cloração

Evidenciar esses conceitos foi de fundamental importância para os alunos, pois isso aumentou suas percepções sobre como poderia se dar a elaboração do mapa conceitual. Assim, durante a segunda etapa foi possível perceber uma evolução na elaboração dos mapas pelos alunos, identificada pela melhor inter-relação entre os conceitos e pela inserção de palavras de enlace, Figuras 10 a 13. A partir destas observações, pode-se inferir que houve um maior domínio conceitual sobre os conceitos trabalhados durante a UEPS, o conceito de soluções químicas por exemplo. Também vale destacar que houve uma maior interação entre os alunos nos grupos através dos constantes debates ao longo da produção do mapa conceitual o que permitiu uma negociação de significados. Essas afirmações são baseadas nas observações realizadas durante as atividades e também com base em Carmo e Marcondes (2008) afirmando que o uso desse recurso pode ajudar o professor a entender as relações conceituais estabelecidas pelos alunos, evidenciando a

compreensão ou não de alguns desses conceitos, orientando, assim, situações de replanejamento do ensino e, ainda, sendo útil como instrumento avaliativo. Também ajuda muito no processo de aprendizagem do aluno que, ao fazer diferenciações, reconciliações, negociar significados, acaba “consolidando o conhecimento”.

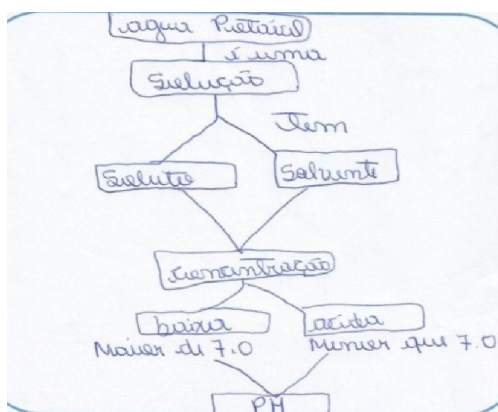


Figura 7. Mapa conceitual do grupo 1

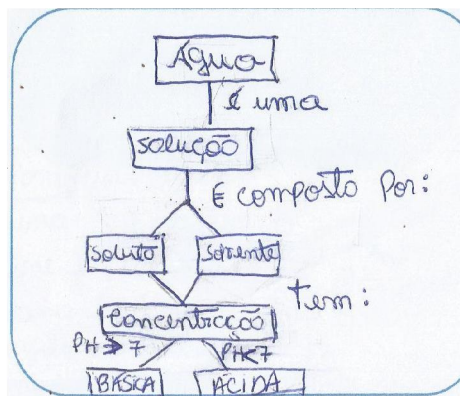


Figura 8. Mapa conceitual final do grupo 2

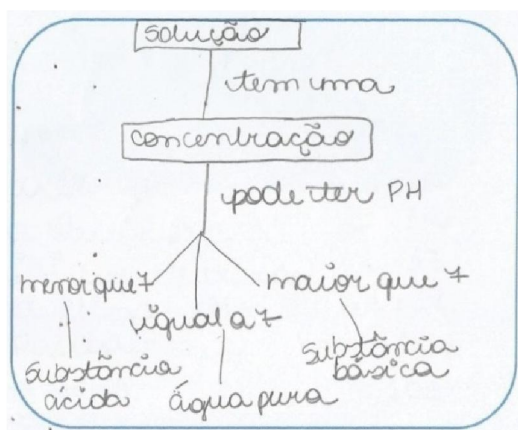


Figura 9. Mapa conceitual do grupo 3

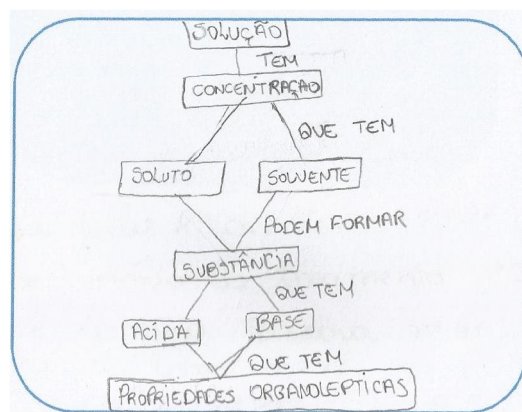


Figura 10. Mapa conceitual do grupo 4

Além de um maior número de conceitos dispostos nos mapas das Figuras 10 a 13, também foi possível observar que os alunos compreenderam a formação de uma proposição conceitual quando apresentam neles as palavras de enlace. Outra característica importante nessa segunda etapa refere-se à hierarquia de conceitos apresentada. Tavares (2007) defende que o mapa conceitual hierárquico se caracteriza como adequado na estruturação do conhecimento pelo estudante, pois trata-se de um instrumento facilitador da meta-aprendizagem, o que possibilita ao estudante aprender a aprender, além de ser conveniente no processo avaliativo, já que possibilita ao professor identificar conexões conceituais estabelecidas. Ainda segundo este autor:

O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem.

Avaliando a UEPS

Para avaliar a UEPS, os alunos responderam um questionário baseado na escala de Likert. As perguntas do questionário foram elaboradas com base nos objetivos desta pesquisa a fim de proceder à avaliação das estratégias utilizadas durante a aplicação da UEPS. Assim, três perguntas foram propostas e são apresentadas no quadro 7.

Quadro 6: Questões da escala de Likert

Avaliação da Unidade Didática					
	Concordo Totalmente	Concordo	Indiferente (Nem concordo, nem discordo)	Discordo	Discordo Totalmente
1. A aplicação da unidade ajudou a compreender os processos químicos e físicos que ocorrem nas etapas de tratamento da água.					
2. A elaboração de mapas conceituais foi relevante para a sistematização dos conteúdos.					
3. A unidade didática auxiliou na construção de conceitos químicos.					

Através do questionário pode-se observar que 32% dos alunos concordaram totalmente com o fato de a aplicação da UEPS ter ajudado-os a identificar os processos físico-químicos por que a água passa em uma estação de tratamento, enquanto 68% concordaram com a afirmação. Para essa indagação, não houve indiferença ou discordância.

Sobre o uso do mapa conceitual na UEPS, pelas análises das questões foi detectado que mais de sessenta por cento (60%) da turma está de acordo com a utilização dos mapas conceituais como uma estratégia de ensino para sistematizar o conteúdo estudado. Esse é um resultado interessante e que apresenta correspondência com o trabalho de Francisco e Queiroz (2007), que mostra as contribuições de trabalhos relacionados à teoria da aprendizagem significativa. Ainda, pode-se observar que apenas trinta e cinco por cento (35%) dos alunos afirmou suas indiferenças ao uso dos mapas na UEPS, o que corrobora com a afirmação de Beber et. al. (2013), que diz ser comum essa dificuldade em um primeiro contato com esta ferramenta de ensino.

A questão três refere-se à avaliação da UEPS para construção de conceitos químicos. Foi possível observar através do instrumento utilizado que quase noventa por cento (90%) dos alunos que participaram das atividades concordam com a forma de discussão do conteúdo químico utilizando diferentes estratégias de ensino, conforme proposição da UEPS. A forma como o professor organiza o seu trabalho em sala de aula é muito importante, pois, por meio desta organização, ele pode criar, inovar, usar estratégias diversificadas que contribuam para a autonomia e para o desenvolvimento do aluno como um ser capaz de compreender os conteúdos de ensino e atuar na sociedade moderna como um cidadão crítico, responsável e capaz de transpor os conhecimentos adquiridos em sala para outros contextos. Silva (2006) aponta que a construção de uma unidade de ensino está intimamente ligada à vontade do professor em mudar sua prática pedagógica e, portanto, cabe ao professor, com seus alunos e com seu grupo de trabalho, descobrir o

quanto é capaz de planejar, construir e reconstruir o conhecimento que será ministrado. Embora a elaboração da UEPS requeira tempo, tanto para o planejamento como para a execução, podemos considerar que se constitui de uma excelente forma de motivar os alunos no processo de ensino e aprendizagem da química, tendo em vista que no decorrer da unidade é realizada uma variedade de atividades que foge ao formato da aula tradicional e ajuda os alunos na associação de conceitos, como forma de estar sempre ancorando o que é aprendido em sala de aula.

Conclusão

Neste trabalho, foi produzido um material didático para subsidiar a aprendizagem significativa de conceitos químicos por meio de uma sequência de atividades baseada no tema água, que também abrange aspectos relacionados ao tema estruturador Química e hidrosfera, segundo os PCN+ (BRASIL, 2002).

Os resultados deste trabalho mostraram que as ideias que os alunos têm sobre o conceito de solução química e de água potável não são diferentes das ideias que outros alunos apresentam em trabalhos da literatura da área (Echeverría, 1996; Fraga, 2010; Carmo et al., 2010; Ávila, 2011). Uma vez identificada a repetição destas concepções, este produto pode assim auxiliar outros professores na área a trabalharem com este conteúdo, atentos às adaptações que se fizerem necessárias à sua realidade. Assim, podemos pontuar que as estratégias utilizadas neste trabalho foram muito importantes pois, favoreceu aos alunos uma aprendizagem significativa. As discussões trazidas nas cartilhas propiciaram aos alunos a possibilidade de participar, opinar e julgar certas situações envolvidas com o conteúdo em questão, o que foi favorecido devido ao tema escolhido.

Atualmente, uma das maiores dificuldades encontradas no ensino de Química é despertar o interesse dos alunos para o estudo dessa ciência. Nesse sentido, utilizar temas e situações que possibilitem a contextualização, a dinamização e a variedade de estratégias didáticas no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo químico caracteriza-se como uma excelente alternativa para a sala de aula. Utilizar unidades de ensino potencialmente significativas, como propõe Moreira (2011), pode ajudar os professores e alunos nesse processo. Nesse sentido, pensar na construção de uma unidade requer analisar o conteúdo a ser ensinado, além de avaliar quais as competências e habilidades formativas que devem ser desenvolvidas no contexto de aplicação. Portanto, o desenvolvimento da UEPS pelo professor caracteriza-se como uma atividade investigativa. Na perspectiva de um ensino que foge ao escopo tradicional, uma unidade de ensino pensada a partir de situações problematizadoras e contextualizadas vai ao encontro do que sinalizam os documentos legais, que é levar o estudante a mostrar sua opinião, debater em sala de aula, evitando o estímulo de respostas prontas e acabadas, participando ativamente dos diferentes processos de ensino e aprendizagem na sala de aula.

Nessa perspectiva, acreditamos que a proposta desenvolvida e apresentada neste artigo pode auxiliar outros professores no desenvolvimento de ideias que favoreçam a discussão de conceitos químicos em diferentes contextos, procedendo às necessárias adaptações emergentes do cenário ao qual estão inseridos, para atingir a meta maior do ensino de Química, que é a formação de cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

Referências bibliográficas

Ávila, L. G. (2011). Soluções: uma proposta de ensino contextualizada para os alunos do EJA. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Beber, S. Z. C.; Kunzler, K. R.; Stanzani, E. L.; Zorzo, A. L.; Souza, A. A. S.; Dantas, B. P.; Bär, J.; Kunzler, K. K.; Coineth, L. A.; Fernandes, R. (2013). Aprendizagem significativa e transposição didática: avaliação do conhecimento por meio de mapas conceituais. 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, Unijuí/RS.

Brasil, Ministério da Educação (2000) MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, MEC.

Brasil, Ministério da Educação (2002) MEC. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, MEC.

Cavalcante, R. R. G.; Maximiano, F. A. (2008). Análise estrutural de mapas conceituais sobre equilíbrio químico. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Curitiba/PR.

Carmo, M. P.; Marcondes, M. E. R. (2008). Abordando soluções em sala de aula - Uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 28, p 37-41.

Carmo, M. P.; Marcondes, M. E. R.; Martorano, S. A. A. (2010). Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e o processo de dissolução. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol.9, n.1, p.35-52.

Castro, B. J.; Costa, P. C. F. (2011). Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. p.1-13, 2011.

Coll, C.; Pozo, J. I.; Sarabia, B.; Valss E. (1998). Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Traduzido por Beatriz Affonso Neves. Porto alegre: Artes Médicas, 1998.

Echeverría, A. R (1996). Formação de soluções. Química Nova na Escola, São Paulo, n.3, p.15-18.

Francisco, C. A.; Queiroz, S. L. (2007). Aprendizagem significativa e o ensino de química: uma análise a partir de eventos da área de educação em química no Brasil. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis/SC.

Fiorucci, A. R.; Benedetti Filho, E. (2005). A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. Química Nova na Escola, n. 22, p.10-16.

Fraga, M. V. B. (2010). Um estudo sobre as concepções alternativas dos estudantes e sua evolução conceitual no processo ensino-aprendizagem de soluções. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Freitas Filho, J. R. (2007). Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica. Ciências e Cognição, Rio de Janeiro, v. 12, p.86-95.

Freitas Filho, J. R.; Celestino, R. M. C. S. (2010). Investigação da construção do conceito de reação química a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. *Ciências e Cognição*, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.187-198.

Galiazzi, M. C.; Moraes, R. (2002). Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 237-252.

Gomes, A. S.; Clavico, E. (2005). Propriedades físico-químicas da água. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Biologia Marinha. Disponível em: <<http://www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

Guimarães, G. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminho e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, São Paulo, vol.31, n.3, p. 198-202.

Hilger, T. R.; Griebeler, A. (2013). Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, RS, vol.8, n.1, p.199-213.

Gonçalves, J. (1999). Proposta de roteiro experimental para o ensino médio: Tratamento primário de água destinada ao abastecimento público. Curitiba, 37f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Química Experimental para o 2º Grau, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná.

Lima, V. A.; Akahoshi, L. H.; Marcondes, M. E. R. (2005). Análise de mapas conceituais elaborados por professores de química para o ensino de eletroquímica. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, atas do V ENPEC, nº 5.

Masini, E. F. S. (2011). Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, RS, v1(1), p.16-24.

Moreira, M. A.; Masini, E. F. S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de Ausubel*. 2 ed. São Paulo: Centauro.

Moreira, M. A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro.

Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review*. Porto Alegre, v.1, n.2, p.43-63.

Mortimer, E. F.; Machado, A. H. (2013). *Química: Ensino Médio*. 2. Ed. São Paulo: Scipione.

Núñez, I. B.; Ramalho, B. L.; Uehara, F. M. G. (2011). Aprendizagem significativa e o conhecimento profissional de futuros professores de ciências naturais. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – v1(3), p. 12-24.

Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed.

Sá, H. C. A.; Silva, R. R. (2008). Contextualização e interdisciplinaridade: concepções de professores no ensino de gases. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Curitiba/PR.

Santos, L. C.; Field's, K. A. P. (2012). Análise de água como tema gerador do conhecimento químico. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Brasília/DF, 21 a 24 de julho de 2012.

Silva, C. S. (2006). Estudo da unidade de aprendizagem no ensino de química para aprendizagem significativa das leis ponderais, 120f. *Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática)*. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do sul, Porto Alegre.

Silva Júnior, C. N.; Silva, M. G. L.; Hussein, F. R. G. S. (2012). Uso de mapa conceitual na explicação de uma reação química por licenciandos em química. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Salvador/BA.

Souza, R. A. (2011). Teoria da aprendizagem significativa e experimentação em sala de aula: investigação, teoria e prática, 139f. *Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências)*. Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana.

Tavares, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciência e Cognição*, Rio de Janeiro, vol.12, p.72-85.

Torrvalho, D. (2009). O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e de professores de química, 141f. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)*. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo.

Trindade, J. O.; Hartwig, D. R. (2012). Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 2, p.83-91.

Uhmman, R. I. M.; Maldaner, O. A. (2006). Aprendizagem significativa de conceitos químicos na contextualização ligado ao aproveitamento de resíduos sólidos: "um ensino diferenciado". In: FÓRUM INTERNACIONAL INTEGRADO DE CIDADANIA, EDUCAÇÃO, CULTURA, SAÚDE E MEIO AMBIENTE. Campus Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, 26 a 29 de abril de 2006.

Viana, O. A. (2011). Conhecimentos prévios e organização de material potencialmente significativo para a aprendizagem de geometria espacial. *Ciências e Cognição*, Rio de Janeiro, v. 16(3), p. 15-36.

Yano, E. O; Amaral, C. L. C. (2011). Mapas conceituais como ferramenta facilitadora na compreensão e interpretação de textos de química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.6(3), p.76-86.

Watanabe, M. (2010). Desenvolvimento e avaliação de hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica, 130f. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)*. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2010. Disponível em: <http://www.ppec.ufms.br/Dissertacoes/Dissertacao_Marcio_Watanabe.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2013.

Anexo 1

QUESTIONÁRIO

1. A água é um elemento vital para a sobrevivência humana, e é encontrada em abundância no planeta terra, é tanto que nosso planeta é composto mais de água do que de terra. No entanto não podemos ingerir qualquer tipo de água. A água que podemos beber sem que nos cause danos a saúde deve ser uma água potável. Contudo, podemos encontrar vários tipos de água, como a água pura, água mineral, água poluída. Das definições a baixo, qual você julga ser a definição mais correta para água potável?

a) A água potável é a mesma coisa que uma água pura, ou seja, apresenta na sua composição apenas H_2O ;

b) Denomina-se água potável aquela que se apresenta condições próprias para consumo humano. Isto considerando sob os aspectos organolépticos, físicos, químicos e biológicos;

c) Água potável é aquela água que não tem presente em sua composição nitrato nem nitrito em nenhuma porcentagem;

d) Denomina-se água potável aquela que não tem nenhum agente químico e também nenhum agente patológico em sua composição.

e) Nenhuma das alternativas

2. Se você marcou a letra (e) escreva aqui a sua definição para água potável.

3. Em sua opinião o que é uma água poluída?

4. Qual a diferença entre a água da lagoa e a água de poço?

5. Quais os principais tipos de poluição que atinge a água da lagoa e a água de poço?

6. Para o tratamento da água é necessário muitas vezes o preparo de algumas soluções para desinfecção da mesma. Para você o que é uma solução química?
