

Aprendizagem de índice de qualidade da água a partir da aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa

Learning about the water quality index by the application of a potentially meaningful teaching unit

Aprendizaje de índice de calidad del agua a partir de la aplicación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa

Carmem Lúcia Costa Amaral

Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo/SP - Brasil

Alexandre Saron

Centro Universitário Senac, São Paulo/SP - Brasil

Resumo

Este trabalho tem como objetivo descrever o resultado de uma experiência realizada no ensino superior, envolvendo a aprendizagem de índice de qualidade da água a partir da aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Participaram dessa experiência 51 alunos de um curso de engenharia ambiental e sanitária. A unidade de ensino foi elaborada de acordo com Moreira (2011) e aplicada nas aulas de química ambiental I. Os resultados evidenciaram que a aplicação dessa unidade de ensino atuou como um material potencialmente significativo, contribuindo para o processo de construção de uma aprendizagem significativa, principalmente, por se tratar de um conteúdo importante para um engenheiro ambiental.

Palavras-chave: Unidade de ensino potencialmente significativa, Índice de qualidade da água, Aprendizagem significativa, Engenharia ambiental e sanitária

Abstract

In this paper we present the result of an experience carried out with students of Environmental and Sanitary Engineering about the learning of water quality index, by application of a potentially significant teaching unit. This teaching unit had been developed according to Moreira (2011) and was applied in the Environmental Chemistry I classes. 51 students have participated in this experience. The results have shown that the implementation of this teaching unit has functionated as a potentially significant material and has contributed to a meaningful learning, specially because it is an important content for an environmental engineer.

Keywords: Potentially meaningful teaching units, water quality index, meaningful learning, Environmental and Sanitary Engineering

Resumen

Ese trabajo tiene como objetivo describir el resultado de una experiencia realizada en la educación superior, abordando el aprendizaje del índice de calidad del agua a partir de la aplicación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa. Participaron en esta experiencia 51 alumnos de un curso de Ingeniería ambiental y sanitaria. La unidad de enseñanza fue elaborada de acuerdo con Moreira (2011) y aplicada en las clases de química ambiental I. Los resultados demuestran que la aplicación de esa unidad de enseñanza actuó como un material potencialmente significativo, contribuyendo para el proceso de construcción de un aprendizaje significativo, principalmente, por tratarse de un contenido importante para un ingeniero ambiental.

Palabras clave: Unidad de enseñanza potencialmente significativa, Índice de calidad del agua, Aprendizaje significativo, Ingeniería ambiental y sanitaria

1. Introdução

De acordo com a Lei das águas (Lei 9.433), sancionada pelo Congresso Brasileiro em 1997, a água é um bem público com valor econômico. No seu artigo 1º, essa lei determina que ela deve ser gerida de forma a proporcionar usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria), e essa gestão deve se dar de forma descentralizada, com participação de usuários, da sociedade civil e do governo (BRASIL, 1997).

Apesar de o território brasileiro conter cerca de 200 mil microbacias espalhadas nas regiões hidrográficas, os recursos hídricos são limitados e seu acesso não é igual para todos, ou seja, a água é distribuída de forma não equitativa. Essa distribuição é uma consequência da urbanização acelerada, que gera não apenas um aumento da demanda em áreas mais populosas, mas também a contaminação dos corpos hídricos por resíduos domésticos e industriais (SALLES, 2015). Como descrevem Lopes et al. (2014), manter o abastecimento de água, não apenas em quantidade, mas também em qualidade, é um grande desafio a ser superado pela sociedade.

Essa qualidade pode ser determinada a partir dos parâmetros do índice de qualidade da água (IQA), o qual foi desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), para avaliar a qualidade da água bruta, visando ao seu uso para o abastecimento público (CETESB, 2013). Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação provenientes do lançamento de esgotos domésticos. Para sua criação, a Cetesb se baseou numa pesquisa com especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo de

cada um deles e a condição que cada um apresenta, segundo uma escala de valores.

O IQA é qualificado, de acordo com a Cetesb, em ótima, boa, regular, ruim e péssima, em relação à faixa de valores encontrada no seu cálculo. Dependendo do valor calculado, a qualidade da água recebe uma cor (Quadro 1).

Quadro 1 – Categorias da água de acordo com o IQA.

Classificação do IQA	
Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < \text{IQA} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
REGULAR	$36 < \text{IQA} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IQA} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: Cetesb (2013)

Entender como se coleta uma amostra e saber realizar a análise do IQA em um curso de engenharia ambiental e sanitária é importante, pois isso prepara o aluno para ser um gestor ambiental. Os dados da análise do IQA fornecem informações que contribuem para diagnosticar não só a qualidade das águas de superfície, mas, a partir dele, podem-se identificar os principais impactos responsáveis pela degradação dos recursos hídricos. Essa coleta e análise podem motivar o aluno a aprender, pois ele poderá utilizar esse conhecimento na sua vida profissional.

Desde sua criação, profissionais da área ambiental vêm utilizando-o como um recurso para diagnosticar, avaliar e prevenir a poluição das águas. Entretanto, para isso, é importante que, em seu curso de graduação, esse profissional aprenda como determinar seus parâmetros. Uma forma de desenvolver esse conteúdo é a partir da aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS).

A UEPS foi desenvolvida por Moreira (2011) que se baseou na teoria da aprendizagem significativa. Para esse autor, a UEPS tem como objetivo contribuir para modificar, pelo menos em parte, a aprendizagem mecânica, e deve proporcionar um ensino com potencial facilitador da aprendizagem de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental, tornando-se, assim, um material de ensino que busca essa aprendizagem com significado.

Neste trabalho, descrevemos uma experiência com alunos de engenharia ambiental e sanitária utilizando UEPS para o ensino do IQA e a avaliação dos alunos quanto à importância dessa estratégia e do conhecimento do IQA na sua formação.

2. A teoria da aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa é de origem cognitivista e construtivista e foi desenvolvida por Ausubel, na década de 1960. Para ele, a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos e é continuamente diferenciada pela assimilação de novos conceitos, proposições e ideias. Essas ideias, que são expressas de forma simbólica, interagem de forma substantiva e não arbitrária com aquele conhecimento que o aprendiz já possui (MANSINI; MOREIRA, 2008).

De acordo com Ronca (1994), essa teoria foi introduzida no Brasil, no início da década de 1970, pelo Prof. Joel Martins, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, em seus cursos de pós-graduação. Atualmente, Moreira, juntamente com Masini e outros pesquisadores, desenvolvem pesquisas envolvendo essa teoria não só na área de psicologia, mas também dando exemplos da sua utilização no ensino de física, biologia, língua estrangeira e língua portuguesa.

Para Ausubel (1963, *apud* MOREIRA, 2011, p. 26), “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”. Em sua concepção, a aprendizagem só será significativa quando:

- ✓ O aluno apresentar disposição para aprender e relacionar o material a ser aprendido, de modo substantivo e não arbitrário, a sua estrutura cognitiva;
- ✓ Houver ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno (conhecimentos prévios);
- ✓ O professor utilizar material potencialmente significativo.

Como descreve Pontes Neto (2006), se o aprendiz memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, a aprendizagem será mecânica, ou seja, a aprendizagem de novas informações terá pouca ou nenhuma relação com

conceitos existentes na sua estrutura cognitiva, dificultando, assim, a sua retenção.

Para que a aprendizagem não seja mecânica, é necessário que haja na estrutura cognitiva do aluno, conceitos, ideias e proposições relevantes e inclusivas, que possam servir de âncora para o novo conhecimento. Entretanto, nos casos em que essas ideias âncoras não existirem, o professor, para facilitar a aprendizagem de um determinado conteúdo, poderá recorrer aos organizadores prévios. Segundo Moreira (2014), eles são materiais introdutórios, pertinentes e inclusivos, que são colocados antes do material de aprendizagem, oferecendo, assim, uma visão mais abrangente, mais geral e inclusiva.

De acordo com Pivato e Schumacher (2013), a aprendizagem significativa também é conhecida como aprendizagem por assimilação, a qual pode gerar três modalidades: subordinada, superordenada e combinatória. A subordinada ocorre quando a nova ideia se subordina às ideias pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, partindo das mais gerais e abrangentes para as ideias mais específicas. Assim, um conceito original vai sendo progressivamente detalhado e especializado, levando à diferenciação progressiva.

A aprendizagem será superordenada, quando o sujeito aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias ideias. Para isso, o material apresentando é organizado de forma indutiva ou com a síntese de ideias compostas. Nessa situação, a aprendizagem adquire significado, e o novo conceito é mais geral e inclusivo que os conceitos existentes na estrutura cognitiva do sujeito, chamado de conceitos subsunçores.

A aprendizagem combinatória, segundo Vieira (2012), pode ser entendida como uma aquela de proposições ou conteúdo mais amplos que os já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para Pozo e Crespo (2009), nesse tipo de aprendizagem, a nova ideia e as já estabelecidas não estão relacionadas hierarquicamente, porém, se encontram no mesmo nível, não sendo nem mais específicas nem mais inclusivas. Ao contrário das aprendizagens subordinadas e superordenadas, a combinatória não é relacionável a nenhuma ideia particular da estrutura cognitiva.

Lara e Souza (2009) descrevem que a ocorrência dessas aprendizagens leva à diferenciação progressiva (mais ligada ao processo de subordinação) e à reconciliação integrativa (mais ligada ao processo de superordenação).

Na diferenciação progressiva, segundo Parisoto (2015), os conceitos vão passando por um processo evolutivo e crescente, adquirindo novos significados. A conexão de um ou vários conceitos constitui uma dinâmica progressiva, na qual os conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz vão se diferenciando.

A reconciliação integrativa dos conhecimentos, comentada por Vieira (2012), permite esclarecer os significados, estabelecer hierarquias conceituais na estrutura cognitiva do aprendiz e compreender a vinculação entre elas. Poderá ocorrer na aprendizagem superordenada ou na combinatória.

Um material de ensino utilizado para desenvolver no aprendiz uma aprendizagem significativa deve seguir o princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Esses materiais são denominados de potencialmente significativos. Recebem a denominação “potencialmente”, porque, como descreve Moreira (2011, p.10), “o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos”.

Para Pontes Neto (2006), um material potencialmente significativo deve possuir como características a natureza substantiva e não arbitrária. Um material substantivo é aquele que deve estar relacionado às ideias pertinentes ao conteúdo desenvolvido, porém, esse fator deve estar aliado às ideias relevantes em relação ao tema, já contidas na estrutura cognitiva do aluno. Estas ideias servirão de subsunçores ao novo conteúdo a ser aprendido.

A característica não arbitrária é aquela que se relaciona à estrutura cognitiva do aluno, sem alterar o seu significado. Isso se refere ao fato de determinados símbolos ou palavras apresentarem sempre o mesmo significado para o aluno, independentemente da ocasião ou das formas como estão relacionadas (PARISOTTO, 2015). Dessa maneira, o processo de aprendizagem envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico já existente na estrutura cognitiva do aluno, e essa interação se torna crescente.

Recentemente, Moreira (2011) propôs uma sequência didática fundamentada na aprendizagem significativa e voltada diretamente para a sala de aula, que, dependendo da forma como for construída e aplicada, pode auxiliar o professor a desenvolver um material potencialmente significativo. Essa sequência didática foi denominada por ele de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. Para esse autor, a UEPS deve ser desenvolvida com o objetivo de proporcionar um ensino com potencial facilitador da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental, tornando-se, assim, um material de ensino que busca uma aprendizagem com significado. O conhecimento declarativo é aquele que pode ser verbalizado e é representado mentalmente por proposições e imagens mentais. O procedimental se refere a como executar ações.

Os passos dessa sequência didática proposta por Moreira (2011, p. 3) são:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais.
2. Criar ou propor uma situação que leve o aluno a externalizar seu conhecimento prévio.
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar.
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado, levando em consideração a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos.
5. Retomar os aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, porém, em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação.
6. Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém, de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa.

7. Aplicação de duas avaliações: a formativa e a somativa. A formativa deve ser realizada ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. A avaliação somativa deve ser individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem na compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.

Para Moreira (2011), A UEPS somente será considerada exitosa, se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa, como captação de significados, compreensão, capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver situações problema.

3. Metodologia

Participaram dessa experiência 24 alunos matriculados na disciplina de química ambiental I, no ano de 2013, e 27 alunos no ano de 2014, ou seja, duas turmas de engenharia ambiental e sanitária de uma Instituição de Ensino Superior (IES) do estado de São Paulo. Para preservar sua identidade, os alunos foram denominados de A1, A2,...An.

Antes da sua aplicação, avisamos aos alunos que utilizaríamos como estratégia de ensino a UEPS, explicando o seu significado e como seria desenvolvida. Como descrito anteriormente, a UEPS foi construída de acordo com os passos descritos por Moreira (2011), apresentados a seguir:

Passo 1 - Nesse passo, foi escolhido o conteúdo de IQA. Os conhecimentos declarativos desse conteúdo foram os parâmetros para determinação do IQA e a legislação relacionada à qualidade da água. O conhecimento procedimental foi a aplicação desse conhecimento a partir da coleta e análise de uma amostra de água de um córrego próximo à IES.

Passo 2 - Essa etapa consistiu em apresentar para os alunos as diferentes categorias de água doce de superfície. Sem identificar as cores categorizadas pela Cetesb, colocamos uma apresentação em *slides*, com quatro fotos do rio Tietê (sem identificá-lo), em pontos diferentes do seu percurso. O rio permaneceu projetado e ia se alterando em formas diferenciadas, ao som da música *Planeta água* de Guilherme Arantes, com duração de cerca de quatro minutos. No meio de cada imagem, colocamos a frase “Qualidade da água”, com cores associadas à qualidade da água pela

Cetesb (azul, verde, amarela, vermelha e roxa). O objetivo desse passo foi diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos quanto às cores categorizadas pela Cetesb e a qualidade da água.

Esses conhecimentos prévios foram sendo identificados e, ao final da música, solicitamos aos alunos que fossem dando possíveis adjetivos do termo qualidade de água. Todas as opiniões foram descritas na lousa, mas, sem os alunos perceberem, as adjetivações corretas foram colocadas em ordem decrescente de qualidade: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima. Em seguida, solicitamos uma associação de categorização de qualidade de água por cor, isto é, correlacionar uma cor para cada uma das cinco qualidades de água que foram descritas na lousa.

Passo 3 – Antes de propor uma situação problema, pedimos aos alunos que acessassem o site do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) pelo celular e lessem o artigo 4º da Resolução 357 de 2005. Nesse artigo, estão descritas a classificação da água doce de superfície, a apresentação das suas possíveis destinações e a tecnologia de tratamento que deverá passar a água doce de superfície destinada ao abastecimento para consumo humano. Após a leitura, os alunos associaram a cor para cada tipo de água e descreveram formas de se obter água potável a partir dela, ou seja, qual a tecnologia de tratamento utilizada para sua obtenção.

Em seguida, solicitamos aos alunos que lessem também no celular um artigo jornalístico sobre qualidade de águas no Brasil, disponível pela Empresa Brasileira de Comunicações (EBC Serviços¹), que relaciona a qualidade da água doce de superfície com a informação do IQA. Após a leitura, realizamos uma discussão com a sala, e, em seguida, os alunos, em seus celulares, entraram no site da Cetesb. A partir de parâmetros disponíveis no site, realizaram uma avaliação de uma água doce de superfície presente no relatório de águas interiores dessa companhia e efetuaram um levantamento do valor de IQA em um mesmo ponto de amostragem para os dados médios dos últimos 10 anos.

Passo 4 – Para levar em consideração a diferenciação progressiva do conteúdo, a partir dos parâmetros de qualidade da água de uma amostra da

¹ Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/especiais/rio20/noticias/estudo-da-ana-revela-que-quase-metade-das-aguas-em-area-urbana-tem-ma-qualidade/>>. Acesso em: março de 2014.

represa Guarapiranga disponível no site da Cetesb, preparamos um exercício de cálculo do valor de IQA para essa amostra. Em seguida, os alunos entraram no site da Cetesb e compararam seus resultados.

Passo 5 – Para retomar os aspectos mais gerais e estruturantes, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação sobre o IQA, os alunos realizaram uma atividade de coleta de amostra e análise de água doce de superfície, utilizando-se do córrego localizado próximo à IES.

Passo 6 – Buscando a reconciliação integrativa dos conteúdos, solicitamos a construção de um relatório técnico do monitoramento de qualidade de água do córrego, realizado na aula de laboratório de química ambiental (passo 5).

Passo 7 – Nesse passo, foi planejada a avaliação formativa e a somativa da aprendizagem. A primeira ocorreu durante todos os passos da sequência didática. Para a avaliação somativa, solicitamos o relatório técnico da atividade experimental.

4. Apresentação e discussão dos dados

Cerca de três meses após a aplicação da UEPS, os alunos avaliaram o quanto ela foi importante para a construção do seu conhecimento sobre o IQA. As respostas foram organizadas e categorizadas de acordo com Bardin (2011). Foram obtidas duas categorias a) Metodologia diferenciada; b) Aplicação do conhecimento sobre IQA. Para essa categorização, os elementos comuns das falas foram inicialmente isolados, divididos e classificados, de acordo com os critérios estabelecidos dentro de cada categoria.

Categoria 1: Metodologia diferenciada

A maioria dos alunos compreendeu a UEPS como uma metodologia diferenciada que os auxiliou na aprendizagem, como pode ser observado nos depoimentos a seguir:

O recurso do professor em “extrapolar” a explicação desse modo foi ótimo, para compreendermos como é obtida a valoração de um determinado índice para compor o IQA. (A1)

Quando participamos praticamente de alguma situação, indo além da aula expositiva, acredito que a mente humana possa gravar com mais exatidão. (A2)

A metodologia referida desenvolveu conhecimento para aplicarmos o cálculo do IQA, o que foi também aproveitado em outras disciplinas do curso. Nessa aula, analisamos e aprendemos a calcular todos os parâmetros e fizemos uma atividade para encontrar o IQA. (A3)

Nessa metodologia, na coleta de amostra real e a busca de valores analíticos, entendemos inclusive os esforços para a construção do laudo de análise. A partir desse, tínhamos condições plenas para calcular e analisar o resultado do IQA. (A3)

Essas falas evidenciam que a UEPS contribuiu para que o aluno construísse seu conhecimento sobre IQA, o que vem ao encontro do pensamento construtivista, que, segundo Werneck (2006, p.181), defende a teoria de que o conhecimento é construído pelo aluno e não transmitido pelo professor.

Uma aula construtivista deve proporcionar um momento no qual os estudantes se confrontam com situações que tenham significado para eles (WERNECK, 2006), no caso de um engenheiro ambiental, a qualidade da água.

Com a aplicação da UEPS, nosso objetivo era que as informações discutidas em sala de aula não ficassem somente gravadas na mente dos alunos, mas que, a partir delas, eles pudessem construir seu conhecimento, integrando a nova informação na sua estrutura cognitiva, representando-a de forma significativa.

As etapas 2, 3 e 4 proporcionaram a esses alunos a oportunidade de organizar seus conhecimentos prévios, e, a partir dessa organização, um novo conhecimento foi construído, o IQA, o que ficou evidenciado quando os alunos realizaram a coleta e a análise de amostras de água doce de superfície do córrego localizado próximo à IES (etapa 5). Como descreve Moreira (2011), uma das condições que mostra que a UEPS foi bem-sucedida e contribuiu para uma aprendizagem significativa é quando o aluno consegue aplicar o conhecimento para resolver situações problema.

Outros parâmetros de evidências de aprendizagem significativa observadas nas falas dos nossos alunos foram quanto à compreensão dos conhecimentos, à capacidade de explicar, aplicar e resolver situações problema a partir do conhecimento. Essas evidências estão apresentadas a seguir, por etapas:

a) Compreensão dos conhecimentos: “sem o conhecimento das curvas, sem saber como utilizá-las, não seria possível obter o resultado correto” (A₁) e “não é só conhecer os gráficos e aplicá-los, e sim saber como foram desenvolvidos” (A₂₅).

b) Capacidade de explicar o conhecimento: “agregou conhecimento e facilitou o entendimento de como as outras curvas dos outros parâmetros foram obtidas” (A₇).

c) Capacidade de aplicar o conhecimento: “saber as classes de água da legislação, saber interpretar um laudo e calcular o IQA foram extremamente importantes para o monitoramento ambiental da qualidade de água” (A₃₃).

d) Capacidade de resolver situações problemas a partir do conhecimento: “conseguimos entender a variação do IQA nos tanques de biologia, pois a matriz de contaminação era o esgoto sanitário do Centro Universitário” (A₃₉).

Como podemos observar, essas falas evidenciam que houve uma aprendizagem com significado, e que, com a aplicação da UEPS, nossas ações contribuíram para que o aluno participasse de tarefas e atividades que o aproximasse do conteúdo.

Categoria 2: Aplicação do conhecimento sobre IQA

Conhecer não só como se calcula o IQA, mas a tabela construída pela Cetesb é importante, não só para o engenheiro ambiental, mas para outros profissionais que trabalham com a água. Essa importância foi percebida por 98% dos alunos. Alguns descreveram, como pode ser observado abaixo, aonde esse conhecimento foi aplicado, em momentos diferentes da disciplina de química ambiental I.

Após esse conhecimento adquirido, tive a capacitação para realizar o Projeto de Extensão, em que era responsável por análises de meio físico, onde fazia também ensaios laboratoriais para análises de água. (A₂)

O conhecimento adquirido foi usado em Projetos que acontecem todo semestre na instituição. Pois, muitas vezes se fazia necessária uma análise ou, pelo menos, o conhecimento desses parâmetros passados pelo docente em química ambiental I para elaboração de trabalhos ou até mesmo relatórios solicitados ao decorrer do curso de engenharia ambiental. Outra situação que pude utilizar esse conhecimento passado pelo docente foi no meu trabalho atualmente, em que precisei analisar os relatórios que uma empresa terceirizada fez, classificando os corpos d'água do local ao entorno do meu trabalho. Essa análise era para saber se estavam corretos os resultados e também os procedimentos usados por essa empresa terceirizada. (A₅)

Além de utilizar esse conhecimento em outras matérias, em que tínhamos aula de laboratório, realização de análises e elaboração de relatórios, também utilizei esses conhecimentos na minha vida profissional, na qual utilizo até hoje, com coleta de lodo, ensaios de tratabilidade com ar, teste e outros equipamentos de laboratório. (A9)

Tais aprendizados, competentemente ministrados pelo professor, me auxiliam tanto no âmbito técnico do trabalho de engenheiro, como na esfera gerencial em meu trabalho como administrador. (A10)

Como podemos observar, esses alunos utilizaram esse conhecimento não só na disciplina de química ambiental, mas também na sua vida profissional. Apesar de os alunos ainda não estarem atuando na área, sabem da importância desse conhecimento para sua carreira, que, de acordo com a matriz curricular do curso de engenharia ambiental no qual essa atividade foi desenvolvida, tem como objetivo contribuir para a prevenção, remediação e/ou minimização de alterações do meio ambiente (física, química ou biológica), provocadas pela atividade humana que, direta ou indiretamente, afetam não só a qualidade do meio, mas também a saúde e o bem-estar da população.

Conhecendo esses objetivos, as IES devem preparar o graduando para propor soluções socialmente justas e ecologicamente corretas para os problemas ambientais, dentre eles, os que afetam a qualidade da água. E isso é possível a partir do conhecimento do IQA, essencial na elaboração de diagnósticos ambientais para licenciamento de diferentes tipos de atividades e empreendimentos com potencial poluidor dos recursos hídricos.

Alguns alunos também descreveram que utilizaram esse conhecimento em outras disciplinas e nos seus estágios, evidenciando, assim, que houve a compreensão do conteúdo. Como descrito acima, essa é uma das condições para a aprendizagem significativa, que é intrínseca à proposta curricular do curso de engenharia ambiental e sanitária da IES aonde essa atividade foi aplicada.

Como descrevem Carvalho, Porto e Belhot (2001), as escolas de engenharia precisam ensinar seus alunos mais que conceitos e fórmulas, elas precisam prepará-los para buscar novos conhecimentos, identificar o que é importante e aplicá-los adequadamente, obtendo resultados diferenciados, uma vez que é uma área importante para o desenvolvimento econômico e social do país.

5. Considerações finais

Os resultados observados neste trabalho evidenciaram que a aplicação da UEPS contribuiu para o processo de construção de uma aprendizagem significativa, uma vez que um dos parâmetros para que ela ocorra é a disposição para aprender. Os alunos mostraram essa disposição, principalmente, por se tratar de um conteúdo considerado importante para um engenheiro ambiental. Quanto aos outros parâmetros, os resultados também evidenciaram que os alunos possuíam conhecimentos prévios sobre a qualidade da água e que a UEPS atuou como um material potencialmente significativo.

Referências bibliográficas

- BARDIN L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BRASIL. *Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. Política Nacional de Recursos Hídricos. In. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997.
- CARVALHO, A.C.B.D.; PORTO, A.J.V.; BELHOT, R.V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. *Revista Produção*, v. 11 n. 7, p. 81-91, 2001.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Publicações e relatórios de água doce de superfície*. 2013. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>. Acesso em: março de 2015.
- LARA, A.E.; SOUSA, C.M.S.G. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando à aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.4, n.2, p.61-82, 2009.
- LOPES, F. B. et al. Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.18, (Suplemento), p.S13–S19, 2014.
- MANSINI, E.F.S.; MOREIRA, M.A. *Aprendizagem significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.
- MOREIRA, M. A. *Material de apoio sobre aprendizagem significativa e estratégias facilitadoras*. Apontamentos do Curso de Pós-graduação do Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre – RS, 2014.
- MOREIRA, M.A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 2, n. 1, p.43-63, 2011.
- PARISOTO, M.F. *Ensino de termodinâmica a partir de situações da engenharia: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino*

potencialmente significativa. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PIVATTO, B.; SCHUHMACHER, E. Conceitos de teoria da aprendizagem significativa sob a ótica dos mapas conceituais a partir do ensino de Geometria. *Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, v. 8, n. 2, p. 194-221, 2013.

PONTES NETO, J.A.S. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. *Série-Estudos*, n. 21, p.117-130, 2006.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RONCA, A.C.C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. *Temas Psicológicos*, v.2, n.3, p. 91-95, 1994.

SALLES, C. *O que é a Lei das águas*. 2015. Disponível em: <<http://carollinasalle.jusbrasil.com.br/artigos/154075380/o-que-e-a-lei-das-aguas>>. Acesso em: junho de 2016.

VIEIRA, F. A.C. *Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino*. 2012. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

WERNECK, V.L. Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.14, n.51, p. 173-196, 2006.