UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JOSÉ ANTÔNIO BEZERRA DE OLIVEIRA

FLEX-ÁGUA: FERRAMENTA PARA O ENSINO DE ÁGUA NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Recife
2018

JOSÉ ANTÔNIO BEZERRA DE OLIVEIRA

FLEX-ÁGUA: FERRAMENTA PARA O ENSINO DE ÁGUA NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de concentração: Recursos Naturais e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão

Coorientador: Prof.ª Dr.ª Kátia Aparecida da Silva Aquino

Recife

2018

Catalogação na fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia - CRB-4/1788

Oliveira, José Antônio Bezerra de
Flex-água : ferramenta para o ensino de água na perspectiva da aprendizagem significativa crítica na educação básica / José Antônio Bezerra de Oliveira. – 2018.

43 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão.
Coorientadora: Profª. Drª. Kátia Aparecida da Silva Aquino.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Recife, 2018.
Inclui referências.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Educação ambiental. I. Gusmão, Paulo Tadeu (Orientador). II. Aquino, Kátia Aparecida da silva (Coorientadora). III. Título.

363.70071 CDD (22.ed.) UFPE/CB – 2018 - 423

JOSÉ ANTÔNIO BEZERRA DE OLIVEIRA

FLEX-ÁGUA: FERRAMENTA PARA O ENSINO DE ÁGUA NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Aprovada em: 30/08/2018

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof.ª Dr.ª Patrícia Smith Cavalcante (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof.ª Dr.ª Ana Beatriz Gomes Pimenta de Carvalho (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco

À Helley de Abreu Silva Batista, professora e heroína de Janaúba.
À Maria Elizabete Damiana Bezerra, mãe e heroína da minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor e princípio de todas as coisas. Que como um Pai Amoroso sempre me protegeu e proporcionou-me aquilo que Sua divina providência julgou ser necessário para minha sobrevivência e amadurecimento.

Aos meus pais Antônio e Elizabete, por todo o esforço e cuidado para comigo, pelo investimento na minha educação e amor incondicional. E aos meus irmãos Alberto e Maria, meus orgulhos, pelo companheirismo e pela torcida de sempre.

Aos meus orientadores Paulo e Kátia, pela paciência, ensinamentos e por me mostrarem e instigarem o potencial que nem imaginei existir dentro de mim.

Aos meus amigos que com paciência e amor me ajudaram e compreenderam nesta fase acadêmica, estendendo à mão, dizendo palavras de conforto e levantando-me nos momentos de adversidades. Destaco aqui: Jan, Marcelo Fernandes e Kátia, a esses estendo minha gratidão e amizade de modo ímpar.

A todos que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais – Polo UFPE, pela dedicação, companheirismo e excelência na minha formação integral enquanto professor da Educação Básica.

Aos meus colegas de turma Adilson, Carla, Claudiane, Clodoaldo, Giselly, Iraci, Maciara, Misael, Myllena, Raquel e Rárik, pela amizade, partilha de experiências e pelos momentos vividos que se eternizarão em minhas lembranças.

A todos os professores que passaram pela minha vida e que marcaram minha história, o esforço deles foi crucial para mim. Obrigado, meus queridos mestres!

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, que com simples gestos e atitudes me auxiliaram a chegar até aqui.

Aos que não acreditaram que eu seria capaz. Um professor também se faz (e é movido) por desafios.

“Não é sobre chegar ao topo do mundo e saber que venceu. É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu”.

(Ana Vilela)

RESUMO

O ensino das ciências necessita de diferentes ferramentas e práticas pedagógicas para a promoção de uma aprendizagem significativa. Neste sentido, percebe-se que um dos meios de tornar a aprendizagem – em especial a que envolve conceitos ambientais – significativa é quando se é possível flexibilizá-la. Isto pode auxiliar na formação dos alunos, de modo que se tornem cidadãos críticos e atuantes na sociedade e ambiente de modo efetivo. Hoje, observa-se que os alunos ingressantes na Educação Básica têm grande afinidade com tecnologias digitais e, por isso, são tão receptivos às inovações tecnológicas. Assim, a aplicação de ferramentas tecnológicas que estimulem a capacidade cognitiva do estudante, de maneira a explorar seu conhecimento prévio e permitir a flexibilização do conhecimento, faz-se uma excelente oportunidade para a promoção do ensino crítico das ciências, mais especificamente, do conhecimento ambiental. Nesta direção, a presente pesquisa tem por objetivo produzir uma Flexquest para o estudo da água na Educação Básica, com base nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e da Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Flexquest é uma estratégia que utiliza links da web para mostrar aos estudantes-alvo os diversos cenários e perspectivas onde uma determinada temática pode ser encontrada, causando no aprendiz desconstruções e reconstruções do conhecimento acerca daquele tema. A Flexquest produzida é denominada “Flex-água” e, na sua construção, foram incorporados elementos promotores de uma aprendizagem potencialmente significativa e crítica. Para a validação da Flex-água, foi feita uma análise de mapas conceituais produzidos por estudantes do 3º ano do Ensino Médio antes e após uma sequência didática envolvendo a ferramenta. A análise dos conceitos ancorados pelos aprendizes via mapa conceitual mostrou fortes indícios de uma aprendizagem significativa em curso, pois foi possível identificar vários elementos da Flex-água que especificaram ou modificaram os conceitos que estavam estabilizados na estrutura cognitiva dos estudantes, configurando a estratégia como um elemento didático eficaz para o ensino das Ciências Ambientais.

Palavras-Chave: Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Flexquest. TDIC. Água.

ABSTRACT

The teaching of the environmental sciences requires different tools and pedagogical practices to promote meaningful learning. In this sense, it is perceived that learning, especially that involving environmental concepts, becomes meaningful when it is possible to make it more flexible, making students critical and active in society and the environment in an effective way. Today, it is observed that students entering secoundary education are digital residents and, therefore, are so receptive to technological innovations. Thus, the application of technological didactic tools that stimulate the cognitive capacity of the student, in order to explore their previous knowledge and to allow knowledge flexibility, is an excellent opportunity for the promotion of critical education of the sciences, more specifically knowledge environmental. In this direction, the present research aims to produce a Flexquest strategy for the study of water in basic education, based on the principles of Critical Meaningful Learning Theory and Cognitive Flexibility Theory. Flexquest is a strategy that uses web links to show the students the different scenarios and perspectives where a particular theme can be found, causing in the apprentice deconstructions, reconstructions and reassimilations of the knowledge about that theme. The Flexquest produced is called "Flex-água" and, in its construction, elements that promote a potentially significant and critical learning have been incorporated. For the validation of Flex-água an analysis of conceptual maps produced by students of the 3rd year of high school was done before and after a didactic sequence involving the tool. The analysis of the concepts anchored by the learners via the conceptual map showed strong evidence of an ongoing meaningful learning, since it was possible to identify several elements of Flex-água that specified or modified the concepts that were stabilized in the students' cognitive structure.

Keywords: Theory of Cognitive Flexibility. flexquest. DICT. Water.

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**10**
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**.....	**13**
2.1	A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA	13
2.2	PROCESSOS DE APRENDIZAGEM E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (CRÍTICA)	14
2.3	MAPAS CONCEITUAIS	17
2.4	TEORIA DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA	18
2.5	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, ASC E TFC.....	19
2.6	FLEXQUEST	20
2.7	SUSTENTABILIDADE PARA A ÁGUA: A EDUCAÇÃO É UMA ALIADA INDISPENSÁVEL	21
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	**23**
3.1	O PRODUTO DIDÁTICO: FQ “FLEX-ÁGUA”.....	23
3.2	OS SUJEITOS-ALVO DA FLEX-ÁGUA.....	23
3.3	VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA FLEX-ÁGUA.....	23
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**.....	**26**
4.1	O PRODUTO DIDÁTICO: FQ “FLEX-ÁGUA”.....	26
4.2	VALIDAÇÃO DA FQ “FLEX-ÁGUA”.....	31
5	**CONCLUSÕES**.....	36
	REFERÊNCIAS.....	**38**

1 INTRODUÇÃO

Ante o modo como as sociedades humanas vêm se desenvolvendo nas últimas décadas, o ambiente e sua biodiversidade estão sendo muito prejudicados pela ação indiscriminada do homem (OLIVEIRA, 2006). Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) comentam a importância de se educar os brasileiros para que ajam de forma responsável e sensível para com o ambiente; para que se modifiquem tanto interiormente quanto nas suas relações com o meio onde estão inseridos. Desta forma, Oliveira (2006) concerne estar na educação o meio mais eficaz para amenizar a atual problemática ambiental, cabendo aos educadores, enquanto facilitadores da aprendizagem e formação de indivíduos, realizarem intervenções que levem os estudantes a compreenderem o meio vivido e procurar alternativas que mitiguem os impactos da atividade antrópica no ambiente.

Formar estudantes com consciência ambiental exige a utilização de diferentes práticas e intervenções pedagógicas, pois a formação tem que ser crítica e reflexiva, a fim de ser ambientalmente efetiva (OLIVEIRA *et al.*, 2012; LOUREIRO, 2014). Assim, apenas a aprendizagem mecânica não tem eficácia para o processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA; OLIVEIRA-FROTA, 2012). Segundo David Ausubel: “O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos” (AUSUBEL *et al.*, 1980). Esta linha de pensamento é denominada Aprendizagem Significativa, que acontece quando uma nova informação se relaciona com um conhecimento prévio do estudante, gerando uma mudança mútua nos dois elementos aprendidos, fazendo com que ambos os conhecimentos ganhem sentido/significado para o aluno (AUSUBEL, 1963).

A aprendizagem além de significativa precisa desenvolver o pensamento crítico do estudante, pois não acontece sem a predisposição do aluno para aprender (MOREIRA, 2010; RAMOS e AQUINO, 2015). Assim, se desenvolvida de forma crítica, a aprendizagem significativa faz do estudante um aprendiz diferenciado, pois ele passa a enxergar o conteúdo potencialmente significativo como outra forma de perceber o mundo (MOREIRA, 2010). Deste modo, o educando disposto a aprender e com um pensamento crítico pode adquirir a capacidade de reestruturar (construir e reconstruir) seu conhecimento construído de diversas maneiras, dando uma resposta adaptável às exigências situacionais que ele se depara no

cotidiano (ALEIXO, 2008). Este princípio da reestruturação do conhecimento, denomina-se Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), que foi proposta por Spiro e colaboradores no final da década de 80 (WCER, 2004). Esta teoria implica uma aprendizagem flexível, entretanto o conhecimento também necessita ser flexível, partindo de casos, para que o estudante realize várias "travessias" pelo mesmo assunto, promovendo a interdisciplinaridade, a multidimensionalidade do conhecimento e favorecendo a aplicação do conhecimento em diversos contextos (ALEIXO *et al.*, 2008).

Hoje, os alunos que entram nas instituições da Educação Básica têm grande afinidade com tecnologias digitais, e por isso são receptivos às inovações tecnológicas. Por essa razão, a inserção de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nas aulas permite que a concepção do ensino de Ciências seja menos conteudista e desinteressante para se tornar mais criativa e interativa (FRANÇA *et al.*, 2014). Neste sentido, Rodrigues e Colesanti (2008) afirmam que o uso das novas TDIC com enfoque na educação ambiental indica um progresso no ensino-aprendizagem das ciências e, no caso deste trabalho, das ciências do ambiente. Se tratando de flexibilização da aprendizagem e o uso de TDIC no processo educativo, surge a Flexquest: uma estratégia didática "cujas informações para a aprendizagem parte de casos existentes na internet e não de explicações e interpretações sobre os conteúdos" (VASCONCELOS; LEÃO, 2012).

Em um cenário ambiental preocupante, deve-se dar atenção especial a um assunto presente constantemente no cotidiano dos cidadãos: a água (FREITAS; MARIN, 2015). Bouguerra (2004) elucida a importância da educação para formar indivíduos que tenham respeito à água enquanto recurso fundamental, refletindo sobre o uso desta de modo sustentável. Neste sentido, a relação da comunidade com os recursos hídricos faz com que este bem natural ganhe destaque nas estratégias de manejo e conservação do ambiente, onde as características hídricas são fatores primordiais para a manutenção da vida (TUNDISI, 2006; BLIKSTEIN, 2007).

Diante do exposto, esta pesquisa objetivou produzir uma ferramenta Flexquest para o estudo da água na Educação Básica com base nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica – ASC – (MOREIRA, 2010) e da Teoria da Flexibilidade Cognitiva – TFC – (SPIRO *et al.*, 1991). Especificamente, buscou-se: a) estabelecer um diálogo entre as Teorias da Aprendizagem Significativa Crítica e da Flexibilidade Cognitiva, a partir da similaridade entre as duas teorias, como estratégia para o processo de ensino-aprendizagem

sobre a água na Educação Básica; b) construir os elementos de uma Flexquest (FQ) sobre o tema “água” de modo a torná-la um material instrucional potencialmente significativo; c) traçar e aplicar uma sequência didática para utilização da FQ construída.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Segundo recomendações da Conferência de Tbilisi, a escola tem a missão de promover a educação ambiental, necessitando "formar progressivamente atitudes e condutas para os cidadãos se sensibilizem sobre suas responsabilidades na elaboração e aplicação de programas relativos ao meio ambiente" (BRASIL, 1999).

A Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei nº 9.795/99 (BRASIL, 1999) e regulamentada pelo Decreto nº 4.281, de 25/06/2002, estabelece que a educação ambiental “é um elemento essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todas as modalidades e níveis do processo educativo, em caráter formal e não-formal”. Desde modo, a aplicação de ações que promovam a prática da educação ambiental na Educação Básica auxilia na construção, nas novas gerações, de uma mentalidade conservacionista, sendo muito mais fácil programar políticas que visem à sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Segundo Soares-Júnior (2012), tem-se discutido bastante no Brasil e no mundo inteiro sobre a inserção da temática ambiental nas instituições de ensino básico, de forma a “contribuir para a formação de cidadãos cônscios, aptos a atuarem na realidade socioambiental”. Incorporar a educação ambiental ao projeto político pedagógico e adequá-lo à realidade da comunidade escolar é um desafio (YORDANOVA, 2007).

A educação ambiental abrange atividades fora dos muros da escola. É uma área que, diferente da Língua Portuguesa ou Matemática, não se faz rígida, com currículos monolíticos e exames em vestibulares, o que faz dela uma realidade onde pode-se tentar novas abordagens educacionais (BLIKSTEIN, 2007). Segundo Lipai *et al.* (2007), na Educação Infantil e início do Ensino Fundamental é necessário enfatizar a sensibilização com a percepção, a interação, o cuidado e o respeito das crianças para com a natureza. Nos anos finais do Ensino Fundamental deve-se haver o entendimento crítico e prospectivo das questões socioambientais. No Ensino Médio e na Educação de Jovens e Adultos, o pensamento crítico, contextualizado, político e cidadão devem ser ainda mais aprofundados.

Na concepção Freire *et al.* (2016), a educação ambiental tradicional não tem potencial para alavancar as mudanças necessárias para a superação da atual crise entre a sociedade e o

ambiente. Surge, então, a educação ambiental com viés crítico: a Educação Ambiental Crítica (EAC), que tem alguns propósitos essenciais como, por exemplo, realizar a crítica à educação ambiental conservadora, desvelando o quanto suas práticas ingênuas e/ou reprodutoras de ideologias do sistema dominante impedem a percepção real das causas dos complexos problemas socioambientais. Mendonça (2008) afirma que a dimensão ontológica da EAC indica a "práxis humana como um compromisso histórico que, ao endereçar os sujeitos ao mundo, possibilita, ao mesmo tempo, a transformação da realidade e dos próprios seres humanos". Nesta direção e em consonância com a interdisciplinaridade intrínseca nos trabalhos em ciências ambientais, a EAC foi uma das primeiras iniciativas de usar o meio interdisciplinar de forma dialética, agindo para redefinir conceitos estáticos e transformá-los, de modo a promover uma aprendizagem crítica, que acaba por tirar o estudante da passividade para torná-lo um ser em atividade no processo educativo e social (LOUREIRO, 2014).

2.2 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (CRÍTICA)

Aprender e ensinar são processos que permeiam toda vida humana. Assim, o homem, com sua curiosidade instintiva não só quis aprender como também tentar aprender como se aprende (VASCONCELOS *et al.*, 2003)**.** Se tratando do processo de aprendizagem, Ausubel e colaboradores (2003, p. 21) designa-os como:

Aprendizagem por recepção → o conteúdo a ser aprendido é exposto em um formato (mais ou menos) final. É um processo automático, mas também passível de significação.
Aprendizagem por descoberta → o conteúdo principal do que vai ser aprendido não é apresentado, mas necessita ser descoberto pelo estudante antes da sua incorporação à estrutura cognitiva. É o tipo de aprendizagem próprio das etapas iniciais do desenvolvimento cognitivo e dos problemas do cotidiano.
Aprendizagem mecânica (memorística) → a informação é armazenada e transformada em conhecimento de forma arbitrária, sem estabelecer relações com os conceitos prévios. Neste tipo de aprendizagem, o aprendiz memoriza a informação para um determinado fim, e este conhecimento é geralmente perdido logo que esse fim tenha sido cumprido.

Aprendizagem significativa (AS) → "Aquisição de novos significados; pressupõe a existência de conceitos e preposições relevantes na estrutura cognitiva, uma predisposição para aprender e uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa" (MOREIRA, 2010).

Proposta na década de sessenta pelo psicólogo norte-americano David Ausubel (AUSUBEL, 1963), a Teoria da Aprendizagem Significativa expõe que acontece, a partir de conhecimentos prévios, a assimilação, de maneira não-arbitrária e substantiva, de conceitos e proposições novos na estrutura cognitiva pré-existente do aluno, onde ambos conhecimentos (novos e prévios) se modificam, adicionando novos significados, expandindo a rede cognitiva e gerando novas relações conceituais (AUSUBEL *et al.*, 2003; MOREIRA, 2008). A aprendizagem é denominada significativa quando uma informação nova adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em elementos já existentes na estrutura cognitiva do estudante, os subsunçores ou ideias-âncora (MOREIRA, 2005). Assim, os subsunçores se apresentam como concepções, conceitos, ideias, modelos mentais, proposições e representações sociais já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (AQUINO; CHIARO, 2013).

Para a promoção da AS, são necessários dois elementos indispensáveis: 1) a disposição do estudante para aprender, e 2) material instrucional potencialmente significativo, com conteúdo estruturado de maneira lógica (AUSUBEL *et al.*, 2003; AQUINO e CHIARO, 2013). Na AS o novo conhecimento nunca é internalizado literalmente, pois no momento em que a informação internalizada passa a ter significado para o aluno, o componente idiossincrático da significação age, devido os conhecimentos pré-existentes (MOREIRA, 2005). Segundo Tavares (2008): "Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou".

Quando não se considera o conhecimento prévio do estudante, a aprendizagem se torna mecanizada, uma vez que se produziu menos essa atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ter associações isoladas e arbitrárias na estrutura cognitiva (AUSUBEL *et al.*, 1980; PELIZZARI *et al.*, 2002). Segundo Moreira (2005):

> "Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. Na aprendizagem mecânica, o conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento seja armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire

significados. A pessoa é até capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela".

Quadro 1: Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2010), adaptado de Ramos e Aquino (2015).

Princípios	**Descrição**
1. Princípio do conhecimento prévio	Para ser crítico de algum conhecimento, o sujeito tem que aprendê-lo significativamente. Para isso, o conhecimento prévio é a variável mais importante.
2. Princípio da interação social e do questionamento.	Um ensino centrado na interação entre professor e aluno, enfatizando o intercâmbio de perguntas, tende a suscitar a aprendizagem significativa crítica.
3. Princípio da não centralidade do livro de texto	A questão não é banir da escola o livro didático, mas adota-lo como único texto, dificulta uma aprendizagem significativa crítica.
4. Princípio do aprendiz como perceptor	Tudo o que o aluno recebe, ele percebe e posteriormente decide como representar em sua mente o objeto ou um estado de coisas do mundo.
5. Princípio do conhecimento como linguagem	Tudo o que se conhece numa "disciplina" é inseparável dos símbolos em que ela é codificada. Ensinar química, por exemplo, significa ensinar uma linguagem específica.
6. Princípio da consciência semântica	É necessário entender que são as pessoas que atribuem significado às palavras e que, portanto, estes podem mudar.
7. Princípio da aprendizagem pelo erro.	Buscar ou reconhecer o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.
8. Princípio da desaprendizagem	Aprender a desaprender significa reconhecer o que é relevante ou não, o que pode levar a desconstrução de um conhecimento prévio que impeça a captação de significados.
9. Princípio da incerteza do conhecimento	É necessário que o aluno entenda que as definições que temos hoje são invenções humanas criadas a partir das perguntas que foram feitas até agora, mas estas podem tornar-se incoerentes no futuro.
10. Princípio da não utilização do quadro de-giz. Da participação ativa do aluno e diversidade de estratégias de ensino	A eliminação do quadro-de-giz leva ao uso de atividades colaborativas que implicam na participação ativa do aluno, fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica.
11. Princípio do abandono da narrativa	É necessário usar estratégias nas quais os alunos possam discutir, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas.

Ausubel e colaboradores (1980) indicam o uso da aprendizagem mecânica quando não houver subsunçores na estrutura cognitiva do aluno, para que o conhecimento adquirido mecanicamente possibilite a ancoragem de informações posteriores.

No final do século XX, o professor de Física Marco Antônio Moreira passou a estudar a aprendizagem significativa com um viés crítico: surge a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), que propõe princípios (Quadro 1) para que o aprendiz passe a enxergar o conteúdo potencialmente significativo como outra forma de perceber o mundo (MOREIRA, 2010). Segundo Moreira (2010), a Aprendizagem Significativa Crítica é “aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”. Assim, o estudante vai além do aprender significativamente, pondo em xeque o conhecimento adquirido com as situações que envolvem este conceito, de maneira a não o interpretar como verdade absoluta e indissolúvel.

Posto isto, a promoção de aprendizagens significativas críticas demonstra um empenho voltado para a superação de práticas colocadas como verdades absolutas, processos e sujeitos isolados, os estados e "coisas" fixos e as tradicionais dicotomias (bom/ruim; desenvolvimento/subdesenvolvimento; centro/periferia; pobreza/riqueza, etc.). Assim, o sujeito possibilitará, dentre outros, participar da sua cultura e, concomitantemente, estar fora dela, manear o conhecimento criticamente, sem sentir-se inapto frente a ela; desfrutar a tecnologia sem estar dependente totalmente dela (OLIVEIRA *et al*., 2017).

2.3 MAPAS CONCEITUAIS

A partir do modelo da aprendizagem significativa, uma eficiente ferramenta de aprendizagem surgiu: *os mapas conceituais*. A utilização de mapas conceituais foi elaborada pelo professor Joseph D. Novak em 1960, fundamentada em seus estudos nas teorias de David Ausubel (PAIVA; FREITAS, 2005).

Estes mapas têm a finalidade de representar as relações significativas entre as informações recebidas, os conhecimentos construídos e os pré-existentes (NOVAK; CAÑAS, 2006). Segundo Moreira (2005) “os mapas conceituais são uma maneira eficaz de representar a compreensão que uma pessoa possui em relação a um domínio de conhecimento”. Moreira (1997) ressalta ainda que os “mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa”.

Os mapas conceituais podem ser utilizados como estratégia de organização do conteúdo, análise da estrutura cognitiva do indivíduo e até na avaliação de uma intervenção didática com conteúdo potencialmente significativo (MOREIRA *et al.*, 1997).

Ontoria *et al* (2005) apontam diversas aplicações de mapas conceituais nas diversas disciplinas, se consolidando como uma técnica eficiente para desenvolver a aprendizagem significativa. Apresentá-los, construí-los, refazê-los, discutir sobre eles, são processos promotores da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2005).

2.4 TEORIA DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA

Na década de 1980, a partir da observação do grande impasse que havia devido à dificuldade que os estudantes tinham de transferir conhecimentos para novas situações (caracterizadas por conhecimentos mais complexos e com pouca estruturação), nasce uma nova teoria de ensino-aprendizagem, criada por Rand Spiro e colaboradores: a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), concebida no âmbito de uma pesquisa nos Estados Unidos que tinha por objetivo identificar e resolver as dificuldades em transferir o conhecimento aprendido para novas situações, apresentadas por alunos dos cursos de Medicina (FELTOVICH *et al.*, 1989; ALEIXO *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2015).

Silva *et al.* (2015) indicam que: “vale salientar que a flexibilidade cognitiva refere-se à capacidade do indivíduo em reestruturar o conhecimento construído para resolver uma situação/problema nova (o) com a (o) qual ele se depara, em função da capacidade de constituir esquemas, tomando partida da rigidez até a flexibilidade. Desta forma, os autores da teoria defendem que o conhecimento a ser utilizado em diferentes situações necessita ser ensinado de diferentes maneiras.” Spiro e colaboradores (1991) afirmam que através da análise de muitos casos (situações reais), o conhecimento é aplicado a um contexto e, consequentemente, o aluno pode aprofundar e relacionar o conhecimento desenvolvido através daquele contexto.

Spiro e colaboradores (1991) julgavam os sistemas hipertexto e hipermídia ideais para a dinâmica da TFC, pois estes sistemas proporcionam diversas travessias no cenário do conhecimento e sua integração nos vários casos associados (LEÃO *et al.*, 2006).

2.5 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, ASC E TFC.

Enquanto que a ASC objetiva o aluno fazer parte da sociedade e refletir sobre os eventos e problemas ocorrentes nela como se estivesse fora do contexto social (MOREIRA, 2010), observa-se que a flexibilidade cognitiva oportuniza a compreensão dos diversos objetos da aprendizagem nos vários cenários e ocasiões que o estudante experimenta (SILVA *et al.*, 2015). Esta dinâmica entre estas duas teorias é um excelente diálogo para a promoção da formação de indivíduos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade de modo efetivo. Isto porque, hoje se torna de fundamental importância uma educação crítica, dada a grande disponibilidade de informações na mídia. Assim, um estudante crítico será capaz de assimilar apenas as informações relevantes para chegar ao conhecimento (VIEIRA, 2012).

Por outro lado, a redução dos custos de dispositivos tecnológicos e a abundância de tecnologias móveis passaram a evolucionar a informática educativa, onde hoje se percebe a presença de dispositivos móveis e acessíveis, empregáveis nas instituições da Educação Básica, Tecnológica e Superior (VIEIRA; SANTAROSA. 2013). Este novo cenário suscita a necessidade de pesquisas na área. Assim, as TDIC são um importante recurso para favorecer o desenvolvimento de uma escola mais democrática e atraente (BLIKSTEIN, 2007).

Santos (2016) indica que as TDIC ocasionam novos modos de expressão, novas ferramentas cognitivas. Elas apresentam uma multiplicidade de modelos, configurações e instrumentos, como a internet. Este instrumento possibilita o acesso e o trabalho com diversas fontes de informação, que diversifica e multiplica as possibilidades de abordagens na educação, facilitando o trabalho do professor na (re)construção dos conhecimentos pelos estudantes.

Neste sentido, sequências didáticas que tragam ferramentas com conteúdo potencialmente significativo e que promovam a flexibilidade da construção do conhecimento associadas às TDIC parecem ser uma estratégia bastante promissora para a formação dos estudantes da Educação Básica.

2.6 FLEXQUEST

Bernie Dodge e Tom March, da universidade de San Diego (EUA), em 1995, criaram uma recurso didático denominado *WebQuest*, "uma atividade orientada para a pesquisa em que alguma, ou toda a informação com que os alunos interagem são recursos provenientes da internet." (HEIDE; STILBORN, 2000). Souza *et al.* (2006), apoiados na Teoria da Flexibilidade Cognitiva, modificaram a WebQuest, concebendo uma nova estratégia, que dependendo do uso pelo professor pode ser considerada uma ferramenta, denominada Flexquest – FQ –.

A Flexquest parte de casos (acontecimentos, notícias, informações) existentes na internet e não de textos organizados e finalizados sobre determinados conteúdos. Os casos são divididos em minicasos, possibilitando a melhor compreensão dos assuntos abordados. Ao completar a utilização da FQ, realizam-se travessias multidirecionais no cenário do conhecimento do estudante, ou seja, seleciona-se um ou vários temas para promover no aluno a capacidade relacionar os minicasos, auxiliando à sua compreensão. Assim, estar-se-á promovendo a flexibilização do conhecimento (LEÃO *et al.*, 2006; ALEIXO *et al.*, 2008).

Cabe ao professor a responsabilidade pela escolha e comentários de todas as páginas da internet apontadas como meio de informação, apoio e contextualização acerca de um dado tema. Até porque na internet há uma diversidade de informações falsas e não-confiáveis (*fakenews*) que devem ser verificadas para não induzir o educando à confusão. Assim, o docente estará orientando os alunos durante todo processo. São indicadas, ainda, travessias entre os temas, fazendo links aos minicasos anteriores (LEÃO *et al.*, 2011). Desta forma, segundo Silva *et al.* (2015): “evita-se que o desvio dos objetivos de uma pesquisa na rede com as orientações do professor, possibilita-se o desenvolvimento de senso crítico nos alunos”.

Hoje, existem as versões 1.0 (Primeira Geração) 2.0 (Segunda Geração) para as FQs: (SILVA; CLEOPHAS, 2017). A FQ 2.0 surgiu como uma estratégia que favorecesse a interdisciplinaridade e estimulasse a capacidade crítica do estudante (SANTOS, 2016). O Quadro 2 elenca os elementos necessários para a produção de uma FQ de Segunda Geração.

Quadro 2: Elementos que compõem uma Flexquest 2.0 (SANTOS, 2016)

Contexto	Aqui é apresentado o cenário do tema escolhido, onde pode-se aproveitar o conhecimento prévio do estudante para inseri-lo nos casos específicos. É importante que o texto escrito nesta seção desperte a curiosidade do aprendiz para a temática abordada.
Recursos	Explanação, de maneira contextualizada e interdisciplinar de quatro casos com quatro minicasos cada, obtidos na internet e reorganizados pelo professor. É importante que os títulos dos casos sejam criativos para chamar a atenção do estudante.
Questões	Através de questionamentos o professor será capaz de avaliar o desenvolvimento do aprendiz (evolução conceitual) durante a atividade e verificar se eles conseguem identificar as relações existentes nas diversas situações vistas nos casos e minicasos.
Processos	São sequências especiais de minicasos elaboradas pelo professor com intuito de propiciar ao aluno uma reflexão crítica e flexível entre os diferentes contextos. Esta seção deve estimular o estudante a também questionar.
Transferência	Busca estimular os aprendizes a continuar o processo iniciado com a FQ, tornando-os indivíduos ativos no processo de ensino-aprendizagem.

2.7 SUSTENTABILIDADE PARA A ÁGUA: A EDUCAÇÃO É UMA ALIADA INDISPENSÁVEL

Comentam Bacci e Pataca (2008) que:

> "A presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações. Nosso planeta não teria se transformado em ambiente apropriado para a vida sem a água. Desde a sua origem, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinaram para dar origem ao elemento-chave da existência da vida".

Desde o início da atual década, vivencia-se no Brasil uma crise hídrica sem prefaciais históricos, onde a soma de vários fatores (uso indiscriminado, contaminação dos lençóis

d’água, ausência de tratamento de efluentes, má gestão e privatização dos recursos hídricos, etc.) vem pondo em risco a sobrevivência do homem (GOMES, 2012). Uma das estratégias para a mitigação dos impactos antrópicos nos recursos hídricos é a formação de cidadãos conscientes, críticos e sustentáveis no que diz respeito às questões ambientais, visando melhor qualidade de vida e proporcionando de forma equilibrada a utilização dos recursos naturais para a sobrevivência da espécie humana (MAIA *et al.*, 2017). Assim, em muitas discussões é nítido que a escola desempenha papel necessário e fundamental na construção do caráter sensível e sustentável do aprendiz em relação à água e ao ambiente como um todo (SOARES-JÚNIOR, 2012).

Segundo Silva e Cleophas (2017), a água consiste em um tema vasto e demanda do professor uma visão conexa da realidade, possibilitando a promoção de um ensino de ciências interdisciplinar e contextualizado. Trata-se de um assunto sempre atual, que está presente no cotidiano dos alunos e na mídia. Entretanto, as informações a respeito da água nem sempre são divulgadas pela mídia e pela escola (MAIA *et al.*, 2017). De acordo com Silva e Cleophas (2017): “o tema água deve ser criteriosamente detalhado na escola, proporcionando ao aluno oportunidades para desenvolver senso crítico, podendo, assim, intervir na sua realidade e na realidade dos demais em sua volta”.

Várias abordagens podem ser realizadas com o tema água, como: ciclo hidrológico e hidrosfera, desequilíbrio ecológico nos corpos d’água, uso racional da água, tratamento de efluentes, doenças transmitidas pela água contaminada, etc. Entretanto nem sempre é possível para o professor realizar estas múltiplas abordagens (TORRALBO; MARCONDES, 2009). Neste contexto, é necessária a elaboração e execução propostas para a diversificação metodológica sobre a temática água, tornando-a um tema com conhecimentos profundos e plurais (BACCI; PATACA, 2008). Assim, efetiva-se a água como um assunto que viabiliza a prática interdisciplinar e contextualizada, de modo a colaborar na formação do estudante e prepara-lo, enquanto cidadão, para tomada de decisões exigidas em sua comunidade (TORRALBO; MARCONDES, 2009; SILVA; CLEOPHAS, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 O PRODUTO DIDÁTICO: FQ “FLEX-ÁGUA”

Com a finalidade de promover a contextualização, a interdisciplinaridade e potencializar a capacidade crítico-reflexiva do estudante para o contexto ambiental, esta FQ, na versão 2.0 (Segunda Geração), é um instrumento produzido para favorecer o ensino das Ciências Ambientais, especificamente o ensino sobre a água.

Esta FQ foi construída na Plataforma FlexQuest UFRPE (http://www.flexquest.ufrpe.br/), para facilitar o manuseio dos elementos utilizados para construção do site.

A seção “Recursos” foi organizada em quatro casos (eventos/processos relacionados com água) com três/quatro minicasos (desdobramento destes eventos/processos) cada. Para cada minicaso foram escolhidos links de páginas da web (notícias, discussões, vídeos, curiosidades) relacionados ao seu tema, para promover rearranjos cognitivos, e uma possível aprendizagem significativa crítica.

Na seção “Questões” foram elaborados seis questionamentos, a partir das abordagens apresentadas nos Recursos. Na área dos “Processos”, foram propostas quatro sequências especiais de questionamento. Por conseguinte, na seção “Transferência” foi proposta uma atividade.

3.2 OS SUJEITOS-ALVO DA FLEX-ÁGUA

Esta FQ foi desenvolvida para auxiliar, de modo interdisciplinar e multidimensional, o processo de ensino-aprendizagem das Ciências Ambientais na Educação Básica. O professor pode aplicá-la em turmas do Ensino Médio ou Ensino Técnico, em qualquer uma das séries. Isto dependerá dos objetivos do docente, da unidade didática que está sendo trabalhada e da disponibilidade de recursos para a abordagem didática.

3.3 VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA FLEX-ÁGUA

A validação da ferramenta foi feita a partir da aplicação de uma sequência didática (Figura 1) envolvendo dois componentes curriculares do Ensino Médio: Língua Portuguesa e Biologia. Utilizou-se destes componentes curriculares 4 horas-aulas, totalizando 8 horas-aula

de abordagem didática. Para verificar a capacidade da ferramenta de promover uma aprendizagem significativa, utilizou-se como estratégia os mapas conceituais. Segundo Cañas (2004) estes mapas são um modo eficaz de representar a compreensão que um indivíduo possui em relação a um conhecimento.

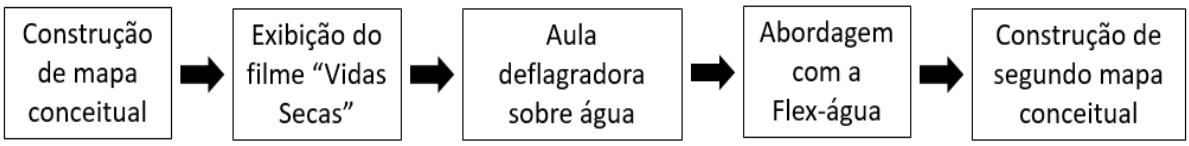

Figura 1: Uma sequência didática para validação da Flex-água.

Esta sequência foi aplicada no mês de maio de 2018, a quarenta e cinco estudantes pertencentes ao 3º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Professora Eurídice Cadaval Gomes (EREMEC), situada no município de Itapissuma (Estado de Pernambuco).

Inicialmente, os aprendizes se apropriaram do conceito e da técnica de construção de mapas conceituais e, em grupo, construíram um mapa conceitual sobre o tema "água", a fim de elencar os seus conhecimentos prévios. Após, os professores das disciplinas envolvidas apresentaram o tema de maneira breve e um filme da Literatura Brasileira relacionado à escassez hídrica (Vidas Secas) foi apresentado nas aulas posteriores, junto com algumas discussões no grande grupo. Munidos dos dados dos mapas conceituais iniciais e das reflexões realizadas na discussão sobre o filme, os docentes realizaram uma aula deflagradora mostrando alguns problemas relacionados à água, apoiados no conhecimento prévio dos aprendizes. Terminada a exposição, os estudantes foram motivados a utilizar a Flex-água, onde foram escolhidos dois minicasos, duas questões e uma atividade de transferência (Quadro 3). Por fim, os alunos foram levados a produzir um segundo mapa conceitual sobre o tema água, com a finalidade de se perceber as conexões estabelecidas entre os conceitos presentes estrutura cognitiva dos estudantes e atestar se houve aprendizagem significativa. Esta análise dos dados deliberou a recomendação ou contraindicação da Flex-água para o público-alvo.

Os mapas conceituais foram transcritos pelo autor deste trabalho para o software *CMaps Tools*, afim de se ter uma melhor observação dos dados.

Quadro 3: Minicasos, questões e atividade de transferência escolhidos a partir da Flex-água para a validação da ferramenta.

Minicasos	O ciclo da água	Por que não choveu como deveria no sertão entre 2011 e 2017?
Questões	Reflita sobre sua aptidão para morar no semiárido nordestino que ainda não foi agraciado pela transposição do São Francisco. Relacionando com o seu atual trato com a água, escreva quais seriam suas maiores dificuldades e discuta com a sua equipe.	As variações climáticas de um outro continente ou dos oceanos (Atlântico e Pacífico) influenciam no regime de chuvas do Brasil. Argumente se é correto ou não afirmar que o Brasil pode resolver sozinho o problema da estiagem em suas regiões atingidas.
Transferência	Apoiados nos dados apresentados, no filme, nas discussões e em problemas que você percebe em sua região, escreva um texto dissertativo-argumentativo sobre o tema: “Escassez hídrica: consequências e desafios”	

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O PRODUTO DIDÁTICO: FQ “FLEX-ÁGUA”

A temática ambiental ‘água’ traz consigo um apelo para o desenvolvimento sustentável deste recurso, considerando uma das estratégias para a mitigação dos impactos antrópicos nos recursos hídricos a formação de cidadãos conscientes, críticos e sustentáveis no que diz respeito às questões ambientais, visando melhor qualidade de vida e proporcionando de forma equilibrada a utilização dos recursos naturais para a sobrevivência da espécie humana (MAIA *et al.*, 2017). Assim, em muitas discussões que já foram deflagradas fica nítido que a escola desempenha papel necessário e fundamental na construção do caráter sensível e sustentável do aprendiz em relação à água e ao ambiente como um todo.

A ferramenta produzida foi intitulada “Flex-água” (FQ-água) e o acesso desta se dá pelo endereço: http://www.flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/geral (Figura 2).

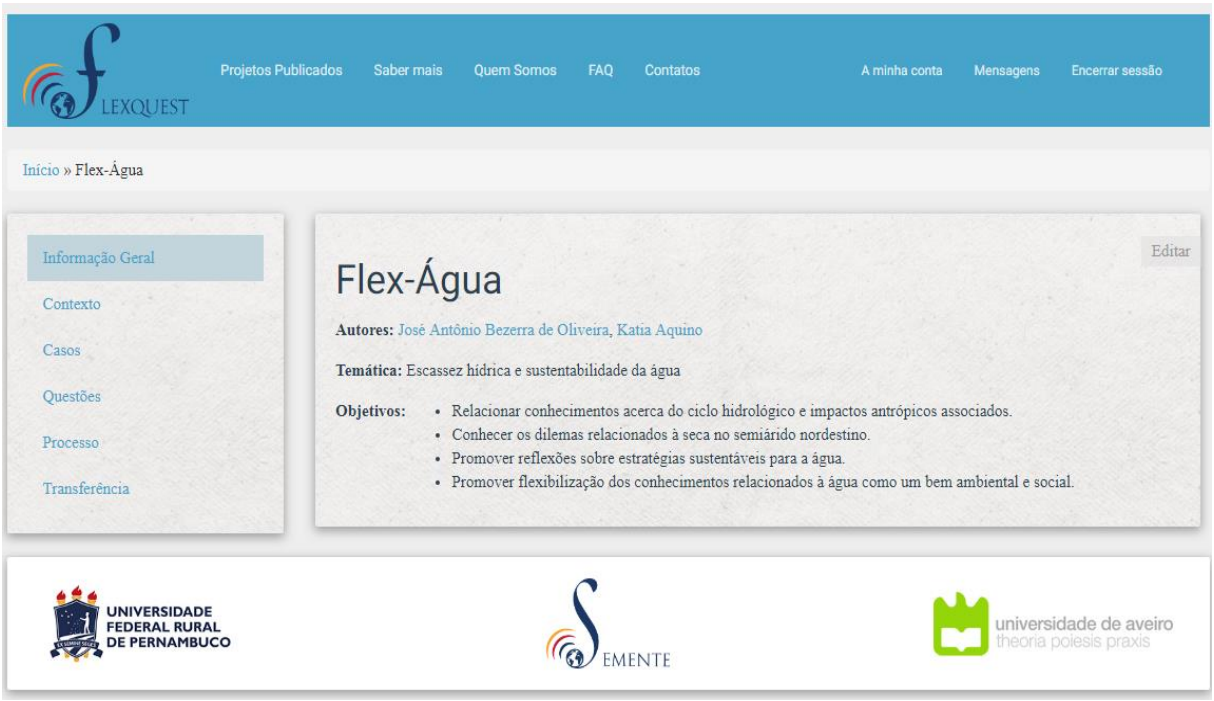

Figura 2: Página inicial da Flex-água.

Os casos e minicasos construídos estão ilustrados no Quadro 4.

Quadro 4: Casos e seus respectivos minicasos (e seus links de acesso) utilizados na construção da FQ-água.

Caso: No Nordeste Brasileiro chove, mas o sertão é seco		
Como acontecem as chuvas no semiárido?	Por que não choveu como deveria no sertão entre 2011 e 2017?	Como acontecem as chuvas no Litoral do Nordeste
http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6891/minicaso/6893	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6891/minicaso/6894	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6891/minicaso/6892

Caso: A transposição do Rio São Francisco			
Possíveis impactos positivos da transposição	Possíveis impactos negativos da transposição	Quem é o Rio São Francisco?	O que é a transposição?
http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6896/minicaso/6898	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6896/minicaso/6899	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6896/minicaso/6897	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6896/minicaso/6980

Caso: O impacto da ação humana no ciclo da água			
Como a água existe em nosso planeta?	O ciclo da água	Ações do homem influenciam no ciclo da água	Como minimizar os impactos da ação do homem no ciclo da água
http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6886/minicaso/6887	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6886/minicaso/6888	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6886/minicaso/6889	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6886/minicaso/6979

Caso: Reúso de água: uma alternativa sustentável		
Formas de reúso da água	Vantagens do reuso de água residuária	Utilização de água residuária: o que ser?
http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6901/minicaso/6903	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6901/minicaso/6902	http://flexquest.ufrpe.br/projeto/6885/caso/6901/minicaso/6982

A interdisciplinaridade implícita neste produto ressalta aquilo que, por natureza, ocorre nas Ciências Ambientais, como uma área dinâmica de conhecimento e interdisciplinar por natureza. Neste sentido, após buscas e reflexões acerca da temática e a preocupação com o viés interdisciplinar que a FQ 2.0 propõe, foram elaboradas as seguintes questões:

Questão 1: A água que você toma hoje provavelmente já passou pela goela de algum dinossauro; pode ter vindo do xixi de Isaac Newton, de uma chuva de Londres em 1850 ou até do suor de um cantor famoso do século XX. Reflita e explique como isto é possível.
Questão 2: Reflita sobre sua aptidão para morar no semiárido nordestino que ainda não foi agraciado pela transposição do São Francisco. Relacionando com o seu atual trato com a água, escreva quais seriam suas maiores dificuldades e discuta com a sua equipe.
Questão 3: As plantas são grandes aliadas na conservação de cursos d'água e na formação de chuvas. Pense com sua equipe os porquês desta afirmação estar correta e relacione-os com os eventos de desmatamento.
Questão 4: As variações climáticas de um outro continente ou dos oceanos (Atlântico e Pacífico) influenciam no regime de chuvas do Brasil. Argumente se é correto ou não afirmar que o Brasil pode resolver sozinho o problema da estiagem em suas regiões atingidas.
Questão 5: As nossas ações podem ser vistas como "atitudes de vida" ou "atitudes de morte". Escolha qual 'atitude' você classificaria as ações de construção de barragens e transposição do Rio São Francisco. Explique os motivos que lhe levaram a classificar assim.
Questão 6: Além de reaproveitar água da chuva, indique outra alternativa viável que possa ser utilizada para aliviar os efeitos da estiagem.

Após, as seguintes sequências de processos foram construídas:

Sequência 1: Revisite os minicasos (‘Quem é o Rio São Francisco’, ‘O que é a transposição’ e ‘Por que não choveu como deveria no sertão entre 2011 e 2017?’) e, junto com seus colegas, discuta sobre a situação econômica, ambiental e social dos moradores de áreas vitimadas pela seca e os efeitos da transposição do Rio São Francisco para eles.
Sequência 2: Revisite os minicasos (‘Vantagens do uso de água residuárias’, ‘Formas de reúso de água’, ‘O ciclo da água’ e ‘Ações do homem influenciam no ciclo da água’) e pesquise algum método/estratégia que poderia ajudar no uso sustentável da água.
Sequência 3*:* A partir dos minicasos (‘Ações do homem influenciam no ciclo da água’, ‘Como minimizar os impactos da ação do homem no ciclo da água?’, ‘Utilização de água

residuária: o que ser?' e 'Formas de reúso da água'), releia-os e aponte como sua comunidade se relaciona com a água e se ela vem cuidando deste recurso de modo sustentável.

Sequência 4*:* Visite novamente os minicasos ('Utilização de água residuária: o que ser?', 'Ações do homem influenciam no ciclo da água', 'Vantagens do reuso de água residuária' e 'Formas de reúso da água') e pense o que sua equipe poderia fazer para sensibilizar os cidadãos a tomarem atitudes para economia da água.

Para as atividades de "Transferência" foram propostas quatro práticas, sendo a primeira se adequa melhor à validação e essência da ferramenta.

Atividade 1: A partir dos conhecimentos que você construiu ao longo da Flex-água, se reúna com sua equipe e juntos elaborem um livrinho paradidático para as crianças do Ensino Fundamental com algum tema relacionado à água.

Atividade 2: Coisa é boa é ouvir a voz da experiência! Com auxílio do seu professor, se reúna com sua turma e juntos realizem uma entrevista com algumas pessoas da sua comunidade, na tentativa de resgatar memórias e informações relevantes sobre a relação destes com a água. Em um segundo momento, vocês devem expor na escola ou associação de moradores o trabalho realizado. Abusem da criatividade. Exponham fotos, trechos da entrevista, desafios e caminhos para o consumo sustentável de água, etc.

Atividade 3: Junto com seus colegas, identifiquem no ambiente dos seus bairros os problemas relacionados à água e, reunidos em sala, elaborem estratégias para ajudar na resolução ou diminuição do impacto destes em suas comunidades.

Atividade 4: Vamos pôr a mão na massa? Que tal uma pesquisa para elaborar algum experimento que auxilie na purificação da água? Seria uma excelente ideia! Se programe com sua equipe e apresente na sala algum protótipo ou, se não conseguirem, a proposta do experimento escolhido.

4.2 A VALIDAÇÃO DA FQ "FLEX-ÁGUA"

Na Flex-água, todos os princípios da ASC subsidiaram a criação das questões, sequências reflexivas e propostas de atividades, a fim de levar os estudantes a desenvolver uma aprendizagem significativa e crítica. Especificamente para a validação da ferramenta, os professores acordaram utilizar as questões já mencionadas anteriormente, por observarem no

levantamento do conhecimento prévio uma necessidade prioritária. Como toda pesquisa envolvendo a Teoria da Aprendizagem Significativa, o conhecimento prévio é a variável mais importante, dentro do contexto da pré-disposição do estudante a aprender (AUSUBEL *et al.*, 2003).

A Questão 1 foi idealizada a partir do princípio da "interação social e do questionamento", isto porque não se trata deste questionamento ser uma interrogação para que o estudante apresente uma resposta pronta e literal anteriormente citada em uma aula expositiva pelo professor, mas na dinâmica de um ensino centrado na interação entre o docente e o aluno, realçando o intercâmbio de perguntas (MOREIRA, 2010). Além disto, outros princípios foram utilizados para a primeira questão, como o do "aprendiz como perceptor" e o da "aprendizagem pelo erro".

O "aprendiz como perceptor" ressalta a importância da discussão sobre o que o aluno percebe e não sobre o que ele recebe de informações, pois há componentes idiossincrásicos e percepções prévias que não podem ser descartadas no processo de ensino-aprendizagem por serem indispensáveis para uma aprendizagem que faça sentido (MOREIRA, 2010; AQUINO; CHIARO, 2013).

Em consonância com o princípio anterior, o princípio da "aprendizagem pelo erro", aplicado à Questão 1, está ligado a capacidade de o estudante perceber que suas concepções sobre o uso e manejo do recurso água estejam equivocados quando confrontados com as atuais questões ambientais hídricas. Tal ação indica a ideia de que o conhecimento humano é construído a partir da superação do erro e que conhecimentos construídos podem sofrer modificações mediante a constatação de inconsistências, atribuição de novos significados ou modificação de ideias (MOREIRA, 2010).

A Questão 2 traz consigo outros dois princípios da ASC: o da "desaprendizagem" e o do "abandono da narrativa". O princípio do "abandono da narrativa" propõe que o aprendiz exponha suas concepções e contribuições, contrapondo o uso do livro-texto e do quadro branco/lousa (ou quadro de giz) como formas de expor as informações (MOREIRA, 2010).

É importante destacar a valor da interdisciplinaridade na busca por uma aprendizagem quem tenha significado para o estudante. Por isso a participação do componente curricular Língua Portuguesa nesta abordagem. Deste modo, os professores de Biologia e Língua Portuguesa estimularam os alunos a externarem suas concepções prévias e trabalharam embasados nelas, consonante com Batista e colaboradores (2016), professores efetivamente comprometidos estimam e respeitam o aprendiz e sua história de vida, realizam o processo do

ensinar e aprender de modo aberto e ativamente contínuo e reflexivo. Neste cenário, a interdisciplinaridade é um elemento facilitador da condução desse processo.

O jovem, por natureza, tende a questionar e perguntar o porquê de comportamentos, ações e suposições. Este tipo de reflexão é importante para o desenvolvimento da criticidade dele. Os "processos" e as atividades de transferência da FQ-água tentam alavancar esta capacidade reflexiva do estudante, tornando-o sujeito ativo do processo de ensino-aprendizagem e preparando-o para tomar decisões, realizar questionamentos e traçar estratégias para atuar em sua comunidade, sendo um notável cuidado com as questões hídricas.

A proposta de transferência da FQ-água pelos estudantes foi uma produção textual, estratégia que não estava na lista de atividades da FQ. Entretanto, isto não se configurou como algo negativo, pois o professor tem total liberdade para traçar, a partir dos elementos da FQ-água e dos objetivos sinérgicos aos da ASC, atividades de transferência próprias, que vão de acordo as necessidades de cada turma. Nesta direção, alguns trechos dos textos produzidos pelos sujeitos-alvo da pesquisa foram destacados pela professora de redação para evidenciar o potencial da FQ-água de promover uma construção de saberes sólidos e significativos pelos estudantes.

> *Estudante 1:* "A água é composta por oxigênio e tem simbologia H_2O. Ela tem funções importantes como: gerar energia e renda, hidratar, beber, higienizar. É encontrada em lagos, rios, oceanos, mares, até mesmo nos seres humanos em cerca de 70% do corpo."

É possível observar neste discurso que o estudante se valeu de conceitos químicos e biológicos para formular a introdução do seu texto. A especificidade em apontar a fórmula molecular da água e a quantidade aproximada desta no organismo humano é um ponto bastante positivo que, junto com as funções elencadas, parece estar ligada a ideia da água como um bem de múltiplas atribuições e aplicabilidades. Traços de flexibilidade cognitiva aparecem aqui como estratégia para chamar atenção sobre a importância da água para a biosfera.

> *Estudante 2:* "O Rio São Francisco é um dos maiores rios do país, pois passa por diversos estados. Esse foi um dos motivos para sua transposição, que tem

> cerca de 470 km de extensão, e tem o objetivo de levar água a diversas famílias sertanejas."

Percebe-se que este estudante se baseou no maior rio do Nordeste do Brasil para desenvolver o seu texto, enfatizando a importância deste para a sobrevivência de diversas famílias do sertão. Ser específico quanto à extensão e à transposição do rio pode ter relação com os links disponibilizados nos minicasos da FQ-água propostos na abordagem didática pelos professores, que reforça a ideia de que os diversos contextos onde um tema está presente faz com que o conteúdo aprendido passe a fazer sentido para o educando, sendo, assim, potencialmente significativo.

> *Estudante 3:* "A crise hídrica no Brasil, algo que não é recente, vem aumentando com o passar dos anos. Em 1938 é publicado o livro "Vidas Secas", de Graciliano Ramos, que retratou a vida do povo do Sertão nordestino, mostrando para todos as dificuldades que eram vividas no período de estiagem no Sertão. Contudo, a fome, a sede e a falta de dinheiro são algumas das principais consequências que a falta de água traz para quem no Sertão habita."

A abordagem interdisciplinar que a sequência didática de validação da FQ-água propiciou ao Estudante 3 provavelmente promoveu um rearranjo em sua estrutura cognitiva no sentido de relacionar algumas mazelas sociais com a escassez hídrica. Isto é um dado interessante que remete uma reflexão crítica do sujeito-alvo da pesquisa.

Dentre os mapas conceituais produzidos pelos estudantes agrupados foram escolhidos intencionalmente os mapas produzidos por um grupo de alunos com concepções prévias bem heterogêneas (Figura 3 e Figura 4), pois a promoção da aprendizagem significativa se fundamenta numa abordagem dinâmica, no qual o aprendiz é levado em conta com os seus saberes e interconexões mentais (BATISTA *et al.*, 2016). Este mapa se mostrou adequado para análise.

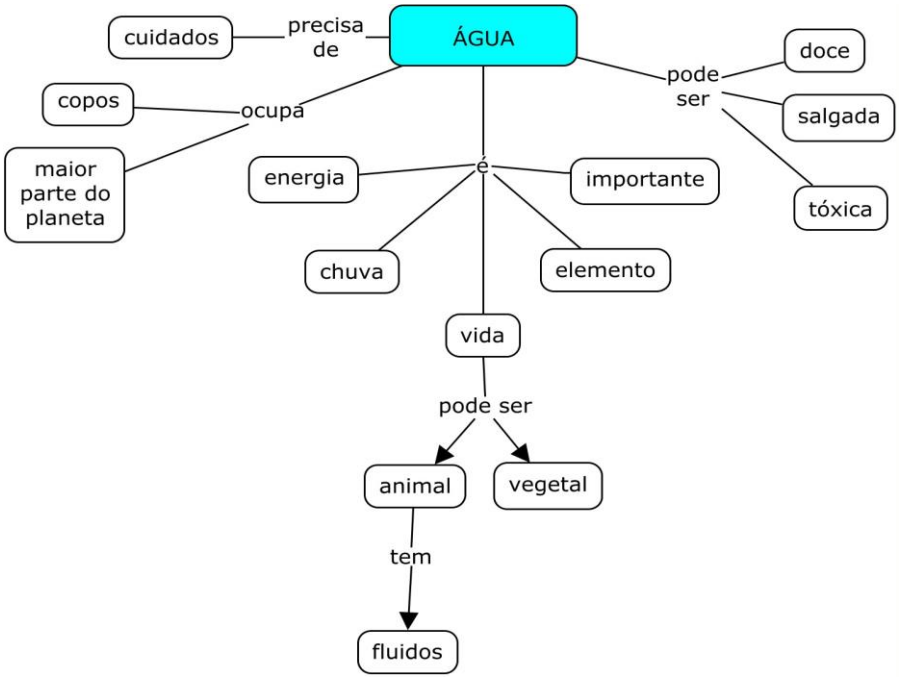

Figura 3: Mapa conceitual produzido por um grupo de estudantes do 3º ano do Ensino Médio antes da aplicação da FQ-água nas aulas de Biologia e Língua Portuguesa.

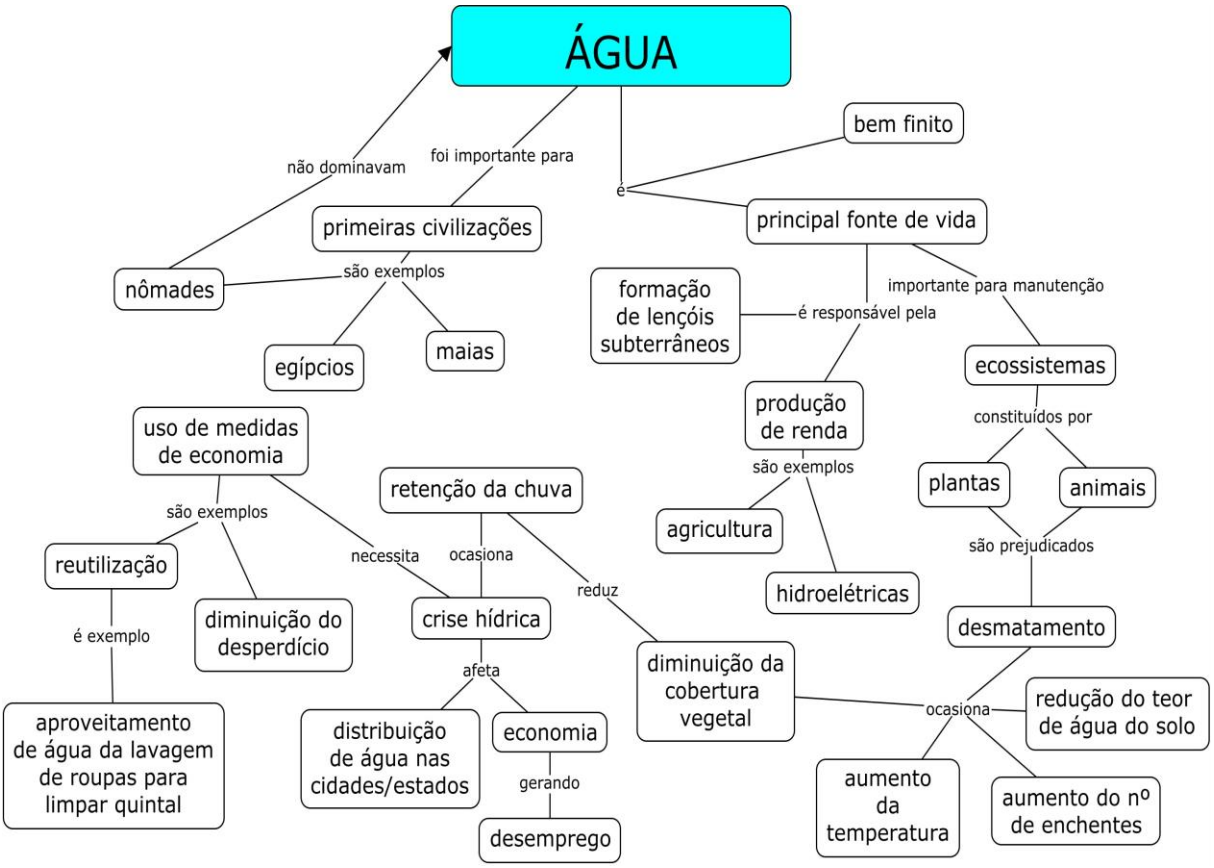

Figura 4: Mapa conceitual produzido por um grupo de estudantes do 3º ano do Ensino Médio após a aplicação da FQ-água nas aulas de Biologia e Língua Portuguesa.

Analisando dos mapas conceituais construídos antes e após a intervenção didática, observa-se que o mapa conceitual final aponta que vários conceitos presentes nas notícias e materiais utilizados para construir a FQ-água passaram a fazer parte da estrutura cognitiva dos estudantes. Na observância dos conhecimentos prévios da turma e nos debates conduzidos pelos docentes de Biologia e Língua Portuguesa não havia a identificação dos conceitos relacionados ao desmatamento, crise hídrica e uso de água desde as primeiras civilizações, por exemplo. Propor aos alunos a construção de mapas conceituais implica em refletir não apenas no resultado gráfico que nos dirá algo sobre seu aprendizado, mas principalmente o que fez sentido para ele (AQUINO; CHIARO, 2013).

A partir do conceito-chave "água", fundamentados nas notícias e nas questões propostas, destacaram-se três conceitos que sofreram diferenciação progressiva (MOREIRA; MASINI, 2008): "fonte de vida", "desmatamento" e "crise hídrica". Os estudantes reconhecem a água não apenas como fonte de vida para a fauna e a flora, mas também para o homem num contexto social, como elemento para produção de renda, além de ressaltarem a finitude da água enquanto recurso natural. Para Silva e Cleophas (2017) a água consiste em um tema vasto e demanda do professor uma visão conexa da realidade, possibilitando a promoção de um ensino de ciências interdisciplinar e contextualizado. Se promovido de modo potencialmente significativo, o processo de ensino-aprendizagem preparará o estudante, enquanto cidadão, para tomada de decisões exigidas em sua comunidade acerca de questões de desenvolvimento e ambiente.

No mapa conceitual também é possível observar como o grupo de estudantes reflete sobre os impactos do desmatamento, entre eles um efeito cascata que leva à crise econômica e à crise hídrica que necessita de intervenções importantes como a diminuição do desperdício e de práticas de reutilização da água. Assim, percebe-se que os princípios da "interação social e do questionamento", da "desaprendizagem" e da "aprendizagem pelo erro" se relacionaram com as respostas descritas no mapa, corroborando as expectativas iniciais de que a FQ-água seria um material instrucional potencialmente significativo, conforme já haviam evidenciado trabalhos anteriores (OLIVEIRA *et al.*, 2017; AQUINO *et al.*, 2018).

Em uma discussão posterior à sequência didática, o professor de Biologia relatou que a boa parte da turma demonstra argumentos (como a relação entre falta de saneamento básico e o aparecimento de doenças, levando a um gasto a mais para um governo que não investe em sanitarismo) e aponta vários desafios que eles, enquanto cidadãos partícipes da sociedade,

precisam enfrentar e buscar soluções. Deste modo, percebe-se que as informações da FQ-água auxiliaram os estudantes na elaboração de bons argumentos, onde o conhecimento significativo construído ultrapassou os limites da sala de aula para a esfera comunitária, demonstrando, aqui, evidências de uma ASC, assim como Aquino e colaboradores (2017) também observou eu sua pesquisa envolvendo a construção de um material potencialmente significativo.

5 CONCLUSÕES

A utilização dos princípios da ASC como parâmetros para a construção desta ferramenta tornou-se um importante elemento para deflagração da criticidade e reflexão dos estudantes acerca dos recursos hídricos nas aulas de Biologia e Língua Portuguesa. Ainda nesta direção, a análise dos conceitos ancorados pelos aprendizes via mapa conceitual diante da sequência didática aplicada mostrou fortes indícios de uma AS em curso, pois foi possível identificar vários elementos da FQ-água que especificaram ou modificaram os conceitos que estavam estabilizados na estrutura cognitiva dos estudantes. O fato dos mapas conceituais serem produzidos em grupo dificulta uma análise mais específica, contudo a construção e reflexão sobre os conceitos, através da interação entre os estudantes, faz crer que também foi um momento de desenvolvimento do pensamento crítico, algo que os estudantes poderão utilizar em seus futuros posicionamentos.

É importante destacar que a FQ-água se configura como uma ferramenta que apresenta efetividade sob três vieses: a) Tecnológico, onde o uso de elementos digitais, como hipertextos e hipermídias, possibilitaram a produção de um recurso que estimulasse a flexibilização do conhecimento construído pelos educandos, inserindo-os num contexto digital afim a eles; b) Pedagógico, onde as informações buscadas pelo autor para compor a ferramenta foram selecionadas na perspectiva da promoção de uma aprendizagem significativa crítica, de modo reflexivo e flexível e; c) Social, onde os aprendizes munidos dos conhecimentos obrados em suas estruturas cognitivas acabaram por desenvolver um senso crítico acerca da temática, mostrando-se aptos a argumentar, discutir, planejar e executar ações para o consumo sustentável da água em suas comunidades.

Como um produto educacional, a FQ-água promoveu ao estudante um “mergulho” pelos diversos cenários onde a água se faz presente. Por estar no formato de TDIC e ter uma linguagem simples e interativa, houve boa aceitação da ferramenta por parte dos estudantes. O forte método de organização de casos, minicasos e questões da FQ-água possibilitou que os alunos se posicionassem de modo crítico frente às situações que eles encontram no cotidiano.

Em suma, conclui-se que a FQ-água se configura como um produto técnico educacional e, na esfera da AS, caracteriza-se como um Material Instrucional Potencialmente Significativo. Isto porque esta ferramenta apresentou potencial não só para promoção de uma aprendizagem qualquer, mas de uma aprendizagem significativa e crítica. É importante que os pesquisadores e professores comprometidos com a formação integral dos educandos

continuem a busca por estratégias que levem os estudantes não só à uma aprendizagem que faça sentido, mas que os coloque em ação na sua comunidade.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. A.; LEÃO, M. B. C.; SOUZA, F. N. Flexquest: potencializando a WebQuest no Ensino de Química. **R. Faced**, n.14, p. 119-133, 2008.

AQUINO, K. A. S.; CHIARO, S. Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do Ensino Médio a respeito do tema radioatividade. **Ciência & cognição**, p. 158-171, 2013.

_____; OLIVEIRA, N. A. B.; LIMA, R. C. N. L.; CHIARO, S. Construção e análise de material instrucional potencialmente significativo para o ensino de Química no Ensino Médio. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 7, n. 3, p. 43-59, 2017.

_____; Lima, J. R. B. A utilização da ferramenta FlexQuest como objeto de ensino na perspectiva de uma aprendizagem significativa. In: ROSA, A. L. T. R.; XIMENES, L. M. S.; DINIZ, M. G. (Orgs.). **Formação docente: o espaço escolar como campo de investigação e inovação**. 1ed. Recife: Editora Universitária, 2018. p. 221-238.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton. 1963. 255 p.
_____; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 626p.
BACCI, D. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.

BATISTA, M. L. M.; COELHO, I. S.; BARROCAS, R. Aprendizagem significativa e interdisciplinaridade – relato de prática. **Unisanta Humanitas**, v. 5, n. 3, p. 230-239, 2016.

BLIKSTEIN, P. As novas tecnologias na educação ambiental: instrumentos para mudar o jeito de ensinar e aprender na escola. In: MELLO, S. S.; TRAJBER, R. **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em Educação Ambiental na Escola**. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, p. 155-165, 2007.

BOUGUERRA, M. L. **As batalhas da água: por um bem comum da humanidade**. Tradução de João Batista Kreuch. Petrópolis: Vozes, 2004. 240 p.

BRASIL. **Lei nº 9.795/99**. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.
_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, p. 2000, 1998.

FELTOVICH, P. J.; SPIRO, R. J.; COULSON, R. L. The nature of conceptual understanding in biomedicine: The deep structure of complex ideas and the development of misconceptions. In: D. A. Evans; V. L. Patel (Eds.). **Cognitive science in medicine: Biomedical modeling.** Cambridge: The MIT Press, 1989. p. 113-172.

FRANÇA, M.; SILVEIRA, I. F.; ARAÚJO JR., C. F. **Vivissecção virtual com utilização de tablets: uma contribuição para os processos de ensino e aprendizagem nas aulas de Biologia.** In: ARAÚJO-JR., C. F.; SILVEIRA, I. F. (Orgs). Tablets no ensino fundamental e

médio: princípios e aplicações. São Paulo: Terracota, 2014.

FREIRE, L.; FIGUEIREDO, J.; GUIMARÃES, M. O papel dos professores/educadores ambientais e seus espaços de formação. Qual é a educação ambiental que nos emancipa?. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 117-125, 2016.

FREITAS, N. T. A.; MARIN, F. A. D. G. Educação Ambiental e Água: Concepções e práticas educativas em escolas municipais. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 26, p. 234-253, 2015.

GOMES, M. A. F. A água nossa de cada dia. **Revista Panorama Rural**. Ano XI, n. 122, p. 44-48, 2012.

HEIDE, A.; STILLBORN, L. **Guia do professor para a internet: completo e fácil.** 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 342 p.

LEÃO, M. B. C.; NERI DE SOUZA, F.; MOREIRA, A.; BARTOLOMEU, A. R. Flexquest: una webquest con aportes de la teoria de la flexibildad cognitiva (TFC). In: ARGENTINA. Ministerio de Educación de la Nacion. **Libro del Proyecto de Articulacion Universidad Enseñanza Media**. Argentina: Universidad Nacional de Salta, 2006, .

_____; SOUZA, F. N.; MOREIRA, A. Flexquest: literacia da informação e flexibilidade cognitiva. **Indagatio Didactica**, v. 3, n. 3, p. 109-124, 2011.
LIPAI, E. M.; LAYRARGUES, P. P.; PEDRO, V. V. Educação ambiental na escola: tá na lei... In: MELLO, S. S.; TRAJBER, R. **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em Educação Ambiental na Escola**. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, p. 23-33, 2007.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. Cortez Editora, 2014. 128 p.

MAIA, P. D. S.; OLIVEIRA, R. S.; MARINHO, E. S. M-learning no ensino de ciências: avaliação de objetos educacionais para sensibilização sobre o uso racional da água. **Redin - Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, 2017.

MENDONÇA, N. A. **Pedagogia da humanização: a pedagogia humanista de Paulo Freire**. Paulus, 2008. 168 p.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação Científic**a, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. In: MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. (Orgs.). **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008, p. 15-44.

_____. Aprendizaje Significativo Critico. **Boletín de Estúdios e Investigación**. 2 ed., n. 6, p. 83-101, 2010.

_____, CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizagem Significativa: um Conceito Subjacente**. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**, v. 19, p. 19-44, 1997.

NOVAK, J. D.; CANÃS, A. J. The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of theTool. **Information Visualization Journal,** n. 5, p. 175-184, 2006.

OLIVEIRA, J. A. B.; AQUINO, K. A. S. ; SILVA, B. K.; TIMOTEO, W. C.; LIMA, J. C.; MELO, B. R. S. Óleo residual de frituras: uma abordagem interdisciplinar na perspectiva da educação ambiental na Educação Básica. **Educação Ambiental emAção**, v. 42, p. 1-15, 2012.

_____; SILVA, C. J.; AQUINO, K. A. S. Aprendizagem Significativa Crítica e Flexibilidade Cognitiva: diálogo metodológico através da construção e validação de uma ferramenta Flexquest para o ensino de Ecologia na educação básica. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, v. 3, n. 1, p. 35-51, 2017.

OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA-FROTA, P. R. Mapas conceituais como estratégias para o ensino de educação ambiental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 1, p. 228-241, 2012.

OLIVEIRA, N. A. S. A educação ambiental e a percepção fenomenológica, através de mapas mentais. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande, v.16, p. 32-46, 2006.

ONTORIA-PEÑA, A. O.; NUNES, M. J. R.; GAMBI, T. **Mapas conceituais-uma técnica para aprender**. Edições Loyola, 2005. 238 p.

PAIVA, M. A. V.; FREITAS, R. C. de O. O uso de mapas conceituais como instrumento de apoio à aprendizagem da matemática. **Sapientia**, CESAT-PIO XII-UNICES em Revista, n. 4, p. 10-17, 2005.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. D. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

RAMOS, P. S.; AQUINO, K. A. S. Ações na parte diversificada do currículo: um relato de experiência na perspectiva de uma aprendizagem significativa crítica. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, v. 1, p. 240-249, 2015.

RODRIGUES, G. S. S. C.; COLESANTI, M. T. M. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 51-66, 2008.

SANTOS, I. G. S. **FLEXQUEST: Uma plataforma Web 2.0 para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares visando a promoção de flexibilidade cognitiva**. 2016. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

_____; CLEOPHAS, M. G. Uma proposta de trabalho interdisciplinar sobre a

água: o caso da Flexquest “O Fluido da Vida”. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4949-4954, 2017.

SILVA, I. G. S. S.; LEÃO, M. B. C.; SOUZA, F. N. Plataforma Flexquest®: Uma estratégia didática para a promoção de flexibilidade cognitiva e interdisciplinaridade com recursos Web 2.0. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. SPE4, p. 35-49, 2015.

SOARES-JUNIOR, M. P.; JUNIOR, E. B. P.; SANTOS, F. G. B.; NETO, P. A.; SAMPAIO, R. N.; BORGES, M. D. G. B.; FERREIRA, R. T. F. V. Educação Ambiental: um desafio à sustentabilidade sócio-ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 18-34, 2013.

SOUZA, F. N. ; LEÃO, M.B.C.; MOREIRA, A. **Elementos estruturadores de uma WebQuest flexível (Flexquest)**. In: Encontro Sobre Webquest. Braga: Universidade de Minho, 2006.

SPIRO, R.; FELTOVICH, P.; JACOBSON, M.; COULSON, R. **Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext**: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. **Educational Technology**, v. 31, n. 5, p. 24-33, 1991.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.

TORRALBO, D.; MARCONDES, M. E. R. A “água” como tema ambiental no ensino de Química: o que pensam os pesquisadores. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 22, p. 146-167, 2012.

TUNDISI, J.G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, v. 70, p. 24-35, 2006.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, Campinas , v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia Flexquest sobre radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 37-58, 2016.

VIEIRA, F. A. C.. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino.** 2012. 149 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

VIEIRA, M. C.; SANTAROSA, L. M. C. Tendências na inserção de dispositivos móveis na educação: umarevisão de literatura internacional. In: XVIII Conferência Internacional Sobre Informática na Educação. 2013, Santiago. **Anais...** Santiago: Universidade do Chile. 2013. p. 495-498.

WCER. **Cognitive flexibility. University of Wisconsin'se STEP**. Wisconsin: 2004.

Disponível em: <http://www.wcer.wisc.edu/step/edpsych301/document/CognitiveFlexibility.htm> Acesso em 8 abr., 2017.

YORDANOVA, Korneliya. **Mobile learning and integration of advancedtechnologies in education**. In: Proceedings of the 2007 international conference on Computer systems and technologies. Nova Yorque: ACM, 2007. 92p.