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

Critical Meaningful Learning and Cognitive Flexibility: methodological dialogue through the construction and validation of a Flexquest tool for the teaching of Ecology in basic education

José Antônio Bezerra de Oliveira[1]; Cristiane Jussara da Silva[2]; Kátia Aparecida da Silva Aquino[3].

Resumo

A aprendizagem pode se tornar potencialmente significativa quando é possível alcançar a flexibilização do conhecimento por meio de ferramentas didáticas que possam articular vários contextos. Assim, este trabalho teve por objetivo estabelecer um diálogo entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e a Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Para isso foi desenvolvida uma sequência didática para o ensino de Ecologia no Ensino Médio que incluiu, como estratégia, a produção e a aplicação de uma Flexquest. Os resultados obtidos através da análise de mapas conceituais apontam para a reorganização das ideias de maneira mais crítica e flexível na estrutura cognitiva dos estudantes. Nesta direção, é possível concluir que a flexibilização do conhecimento e a utilização de ferramentas digitais, em sinergia, fizeram-se potenciais para a promoção de um processo na perspectiva de uma aprendizagem significativa crítica.

Abstract

Learning can become potentially significant when it is possible to achieve knowledge flexibilization through didactic tools that can articulate various contexts. Thus, this work aimed to establish a dialogue between Critical Meaningful Learning Theory and Cognitive Flexibility Theory. For this, a didactic sequence was developed for the teaching of Ecology in basic education, which included the production and application of a Flexquest as strategy. The results obtained through the analysis of conceptual maps point to the reorganization of ideas in a more critical and flexible way in the cognitive structure of students. In this direction, it is possible to conclude that the synergy between flexibility of knowledge and the use of digital tools have become potential for the promotion of a process in the perspective of critical meaningful learning.

Palavras-chave: Flexibilidade cognitiva. TIC. Mapa conceitual. Ensino de ciências.

Keywords: Cognitive flexibility. TIC. Conceitual map. Science teaching.

[1] Mestrando em Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco. j.antoniobezerra@gmail.com.

[2] Especialista em Ensino de Biologia, Escola de Referência em Ensino Médio Profa. Eurídice Cadaval. Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. cris.jussara@hotmail.com.

[3] Pós-doutorado em Educação Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco. aquino@ufpe.br. Docente do Colégio de Aplicação da UFPE e Membro do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PROCIAMB).

Introdução

Ante o modo como as sociedades humanas vêm se desenvolvendo nas últimas décadas, o ambiente, a fauna e a flora estão sendo cada vez mais prejudicados pela ação indiscriminada do homem (OLIVEIRA, 2006). Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs – (BRASIL, 1998) comentam a importância de se educar os brasileiros de modo a agir de forma responsável e sensível para com o ambiente; para que se modifiquem tanto interiormente como pessoas quanto com o meio onde estão inseridos. Desta forma, Oliveira (2006) concerne estar na educação o meio mais eficaz para amenizar a atual problemática ambiental. Nesta direção, cabe 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 minimizem os problemas que ali ocorrem.

A aprendizagem mecânica, como único caminho pedagógico, não tem eficácia para o processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA; OLIVEIRA-FROTA, 2012). Segundo Ausubel et al. (1980) "O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece". 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, fazendo com que ambos, os conhecimentos prévios e o novo conhecimento, ganhem sentido/significado para o indivíduo (AUSUBEL, 1963). A aprendizagem significativa, a fim de ser efetiva, deve ser desenvolvida de forma crítica, ou seja, aprender de modo a enxergar o conteúdo potencialmente significativo como outra forma de perceber o mundo (MOREIRA, 2010). Segundo Moreira (2010) quando o estudante vai além do aprender significativamente, põe em xeque o conhecimento adquirido com as situações que envolvem este conceito, de maneira a não o interpretar como verdade absoluta e indissolúvel. Logo, a promoção da aprendizagem significativa crítica (ASC) 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.

O desenvolvimento do pensamento crítico do estudante não acontece sem a predisposição desse a aprender (MOREIRA, 2010; AUSUBEL et al, 1980). Deste modo, o educando disposto a aprender pode adquirir a capacidade de reestruturar (construir e

reconstruir) o conhecimento de diversas maneiras, dando uma resposta adaptável às exigências situacionais que ele se depara no cotidiano (ALEIXO et al., 2008). A esta teoria de reestruturação do conhecimento, denominada Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) foi proposta por Spiro e colaboradores no fim da década de 80 (SPIRO; JEHNG, 1990). Esta teoria implica numa aprendizagem flexível, em que o conhecimento se flexibiliza, partindo de casos, para que o estudante realize várias "travessias" pelo mesmo assunto. Esta ação favorece a aplicação do conhecimento em diversos contextos, à interdisciplinaridade e à multidimensionalidade do conhecimento (ALEIXO et al., 2008).

Atualmente, percebe-se que há um grande incômodo por parte dos professores de Ciências Naturais da educação básica na busca de recursos pedagógicos que facilitem a aprendizagem (NUNES et al., 2016). Motokane (2015) comenta que a biologia ensinada nas escolas, por muito tempo tem levado um excesso de terminologias, descrições de processos e elementos e estruturas. Tais excessos fizeram as aulas de biologia serem basicamente ensinadas para um aprender mecânico, inflexível e acrítico. No ensino de Ecologia, os professores podem recorrer geralmente a dois recursos didáticos: aulas expositivas e aulas práticas. E, em muitas instituições da Educação Básica, as aulas práticas não são possíveis, dificultando a utilização desta estratégia diferenciada no processo de ensino-aprendizagem em Biologia (NUNES et al., 2016).

Hoje, os alunos que entram nas instituições da Educação Básica são residentes digitais e, por isso, são receptivos às inovações tecnológicas. Por esta razão, inserir tecnologias de informação e comunicação (TIC) (*smartphones*, *tablets*, computadores e *internet*) nas aulas permite que a concepção do ensino das ciências pareça menos conteudista e desinteressante, para se tornar mais criativo e interativo (FRANÇA et al., 2014). Neste sentido, Rodrigues e Colesanti (2008) afirmam que o uso das novas TIC com foque na educação ambiental indica um progresso processo de ensino-aprendizagem. Se tratando de flexibilização da aprendizagem e o uso de TIC no processo educativo, surge a FlexQuest: "recurso didático cujas informações para a aprendizagem partem de casos existentes na Internet e não de explicações e interpretações sobre os conteúdos" (VASCONCELOS e LEÃO, 2012). Neste contexto, enquanto a aprendizagem significativa crítica aborda o aprendiz que, fazendo parte da sociedade, reflete sobre os eventos e problemas ocorrentes nela como se estivesse externo ao contexto social (MOREIRA, 2010), a flexibilidade cognitiva oportuniza a compreensão dos objetos desta aprendizagem nos diversos cenários e ocasiões que o estudante experimenta

(SILVA et al., 2015). Esta dinâmica entre as duas teorias é um excelente diálogo para a promoção da formação de indivíduos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade de modo efetivo.

No cenário exposto, este trabalho objetiva a produção e validação de uma ferramenta Flexquest para o estudo de Ecologia na educação básica com base nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2010) e da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (SPIRO; JEHNG, 1990).

Material e Métodos

1. Flexquest

Bernie Dodge e Tom March, da universidade de San Diego - EUA, em 1995 criaram uma ferramenta didática denominada *WebQuest*, "uma atividade orientada para a pesquisa em que alguma, ou toda a informação com que os alunos interagem são recursos provenientes da internet." (DODGE, 2006). Souza, Leão e Moreira (2006), apoiados na Teoria da Flexibilidade Cognitiva, modificaram a WebQuest, concebendo uma nova ferramenta denominada Flexquest (FQ).

A FQ parte de fatos e acontecimentos que estão registrados na internet e não de textos organizados e finalizados sobre determinados conteúdos. Inicialmente seleciona-se um tema e desmembra-se esta temática em casos, que são divididos em minicasos, possibilitando a melhor compreensão dos assuntos abordados. Esta estratégia promove travessias multidirecionais no cenário do conhecimento do estudante, ou seja, possibilita ao aluno a capacidade relacionar os fatos e acontecimentos selecionados, auxiliando a compreensão do tema. Assim, estar-se-á promovendo a flexibilização do conhecimento (ALEIXO et al., 2008).

Cabe ao professor a escolha e comentários das páginas da internet apontadas como meio de informação, apoio e contextualização acerca da temática, além da promoção das travessias e links entre os minicasos. Deste modo, o docente estará orientando os alunos durante todo processo (LEÃO et al., 2011) conforme cita Silva et al. (2015): “evita-se que o desvio dos objetivos de uma pesquisa na rede e, com as orientações do professor, possibilita-se o desenvolvimento de senso crítico nos alunos”. As FQ estão estruturadas na sequência de elementos mostrada no Quadro 1.

Quadro 1: Elementos que compõem uma FlexQuest (ALEIXO et al., 2008)

INTRODUÇÃO	Contextualizada a um fato verdadeiro e que estimule o interesse dos estudantes em querer resolvê-lo.
RECURSOS	Explanação, de maneira contextualizada, dos casos e minicasos obtidos na internet e reorganizados pelo professor.
PROCESSOS	Arranjos especiais elaborados pelo professor para os casos e minicasos dos recursos.
TAREFA	Geralmente se faz a partir de um novo caso indicado pelo professor ou pela procura de um novo caso/minicaso pelo estudante, baseados nos já existentes na FlexQuest.
AVALIAÇÃO	Sob diversos formatos, fica a cargo do professor.
CONCLUSÕES	Buscam estimular nos alunos novas atitudes, posturas e pontos de vista frente aos casos analisados, e também a ampliação da temática na procura por casos novos.

2. Elaboração dos casos e escolha das notícias

Dentre as interações que envolvem a ecologia as notícias escolhidas foram aquelas estabelecidas entre as plantas e os animais. Tais grupos de seres vivos possuem uma gama de conexões que são de grande importância para a manutenção das espécies, inclusive a humana. Assim, a partir da temática, foram separados dois grandes casos com seus respectivos minicasos:

Caso 1 - Bichos que ajudam as plantas
Minicaso 1.1 - A polinização
Minicaso 1.2 - A dispersão de sementes

Caso 2 - Bichos que prejudicam as plantas
Minicaso 2.1 - Herbivoria
Minicaso 2.2 - Atividades antrópicas e os vegetais

Para cada minicaso foram escolhidos vídeos, imagens e notícias (Tabela 1), em sua maioria de cunho nacional, para que o estudante tenha maiores conhecimentos acerca da biodiversidade local.

Tabela 1: Notícias utilizadas nos minicasos da FQ sobre interações planta-animal

	Caso 1		Caso 2	
	Minicaso 1.1	Minicaso 1.2	Minicaso 2.1	Minicaso 2.2
Notícia 1	Uso de agrotóxicos pode levar à extinção de abelhas https://goo.gl/49cdBu	Serelepe auxilia no reflorestamento com a dispersão de sementes https://goo.gl/Cm8kcw	Quase 80 árvores são cortadas por causa da infestação de besouro metálico em BH https://goo.gl/uvtsoS	Em 15 anos, Brasil perdeu 20% de seus manguezais https://goo.gl/jioJu4
Notícia 2	Planta envia sinais acústicos a morcegos https://goo.gl/BwkEEo	A história da cobra que pôs em risco uma floresta inteira https://goo.gl/zZrDcY	Caramujos africanos causam prejuízo a produtores de laranja de SE https://goo.gl/nV96Jq	Fernando de Noronha controla plantas exóticas https://goo.gl/kLr4aN
Notícia 3	Flores e borboletas já não aparecem ao mesmo tempo devido à mudança climática https://goo.gl/jiToLF	Pesquisa revela que papagaios colaboram contra o desmatamento https://goo.gl/XYVBySS	Bolinhas em fruteiras guardam larvas predadoras https://goo.gl/ch4rWj	-

3. A definição das tarefas

A partir dos casos e minicasos propostos foram elaboradas as seguintes perguntas para as tarefas:

1) De acordo com as notícias 1 e 3 do minicaso 1.1, responda com sua equipe: O que poderá acontecer com os seres vivos a algum tempo caso as taxas de polinização caiam consideravelmente?
2) De acordo com a notícia 1 e 3 do minicaso 1.2, reflita com sua equipe e responda: O que poderia acontecer caso o homem levasse as espécies serelepe e papagaio à extinção (desaparecimento da espécie)?
3) Olhando a notícia 2 do minicaso 2.1 e a notícia 2 do minicaso 2.2 comente sobre os impactos que a introdução de espécies exóticas (não-nativas) no ambiente pode causar.
4) A notícia 3 do minicaso 2.1 trata das chamadas galhas. Tente, junto com a sua equipe, fotografar uma planta com galhas e leve na próxima aula de Biologia para mostrar e para sua turma.

4. Definindo a proposta para transferência do conhecimento construído a partir da FQ

Esta é a seção que estimula de modo mais específico o desenvolvimento crítico do estudante. Neste sentido, todos os elementos usados na interação do estudante com a FQ vão servir de subsídio para que o estudante realize a atividade de transferência proposta. Nesta FQ, o exercício de transferência proposto foi:

1) Nesta FlexQuest foram apresentados dois contextos que envolvem as interações entre animais e plantas: relações benéficas e relações prejudiciais. Propõe-se agora que o grupo elabore um texto (mínimo 15 linhas) relacionando os casos desta Flexquest, assim como seus respectivos minicasos, com o tema "IMPACTOS DAS ATIVIDADES HUMANAS SOBRE A BIODIVERSIDADE".

5. A avaliação

Para a estratégia de avaliação desta ferramenta foi solicitado ao estudante que produzisse de um mapa conceitual antes e um após o uso da FQ. Os objetivos foram os de observar e quantificar como se deu a reorganização do conhecimento na estrutura cognitiva do estudante após a intervenção didática com o uso da ferramenta FQ. O mapa conceitual é um instrumento criado por Joseph Novak, na década de 1970, para demonstrar graficamente o conhecimento que gerou significado na estrutura cognitiva aprendiz. Assim, os mapas

conceituais são diagramas que mostram relações entre conceitos, procurando mostrar a estrutura conceitual de um dado conhecimento presente na mente do educando (PARISOTO et al., 2016). Construí-los, refazê-los e discuti-los são processos promotores da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010).

6. A validação da FQ

Como um produto didático, a FQ necessita de uma validação, ação necessária para verificar a eficácia da ferramenta. Neste caso, a validação foi realizada a partir da análise da construção de conhecimento potencialmente significativo por parte dos estudantes-alvo da intervenção didática utilizando a FQ. Tal procedimento ocorreu por meio de uma sequência didática aplicada a 110 estudantes, pertencentes ao 3º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Eurídice Cadaval (EREMEC), situada no município de Itapissuma (Estado de Pernambuco), no Componente Curricular de Biologia e dentro da temática Ecologia e Sociedade.

Primeiramente os estudantes se apropriaram do conceito e da produção de mapas conceituais. Os estudantes construíram, em grupo, um mapa conceitual utilizando o tema “interações entre plantas e animais". Esses mapas foram recolhidos para posterior análise. Uma aula expositiva/dialogada sobre o tema foi então ministrada, com base no conhecimento prévio dos alunos indicado nos mapas, a fim de auxiliar no surgimento de subsunçores (conhecimentos-âncora) necessários à ancoragem de novos conceitos no espaço cognitivo dos mesmos. Por conseguinte, foi promovida uma visita à unidade de conservação Horto de Dois Irmãos (Recife, Estado de Pernambuco) para observação *in locus* das interações animal-planta e, em um segundo momento, aplicou-se a FQ. Por fim, foi realizada a construção de um novo mapa para compreensão do conhecimento que se construiu a partir da sequência didática com a ferramenta aplicada.

Resultados e discussão

A FQ *Interações entre Plantas e Animais* (FQ-IPA) foi construída na Plataforma Wix® devido à gratuidade e à facilidade que a mesma dispõe para a inserção de elementos e

informações. A FQ proposta neste trabalho pode ser acessada a partir do endereço: **http://profze.wixsite.com/flexipa**, cuja página inicial se encontra na Figura 1.

A redução dos custos de dispositivos tecnológicos e a abundância de tecnologias móveis passaram a evolucionar a informática educativa. Hoje se percebe a presença de dispositivos móveis e acessíveis, empregáveis nas instituições da Educação Básica, Tecnológica e Superior (VIEIRA e SANTAROSA, 2013). Neste sentido, a FQ em questão foi pensada para que os estudantes também tivessem acesso via *smartphone*. Mesmo esta ferramenta não possuindo todos os elementos de uma flexquest tradicional, não se observa nenhum prejuízo para o objetivo proposto pelo website. Assim comentam Aleixo et al. (2008) que as FQ não necessitam obedecer a uma sequência padronizada para serem efetivas.

Figura 1: Página inicial da FQ produzida na Plataforma Wix® para a temática "Interações entre animais e plantas".

Os dois grandes casos abordados pela FQ-IPA não precisam, necessariamente, de uma aula expositiva anterior para que os alunos realizem o que é proposto. Isto porque a linguagem abordada favorece a utilização do conhecimento prévio do estudante do 3º ano do Ensino Médio para compreender as relações entre conceitos da ecologia, pois os mesmos buscarão em suas estruturas cognitivas os subsunçores adquiridos nos estudos de Botânica e Zoologia do 2º ano Médio. Desta maneira, aplica-se o primeiro princípio da ASC: o

conhecimento prévio é a variável mais importante para a promoção da criticidade do estudante (MOREIRA, 2010).

Com relação aos minicasos e notícias escolhidos para cada caso, observam-se os diversos contextos em que o conhecimento das interações ecológicas está presente, favorecendo a flexibilização do conhecimento, corroborando com Spiro e Jehng (1990). Os autores afirmam que através da análise de casos (situações reais), o conhecimento é contextualizado e, consequentemente, o aluno pode aprofundar e relacionar o conhecimento desenvolvido através daquele contexto. Além disto, os minicasos propostos têm um apelo interdisciplinar considerável, o que favorece seu uso em outras disciplinas afins (Geografia, Língua Portuguesa, Sociologia) com o objetivo de proporcionar ao aluno uma aprendizagem holística e multidisciplinar sobre a temática.

As notícias apresentadas na FQ-IPA estimulam o estudante a refletir sobre a relação planta-animal e as questões ambientais envolvidas na abordagem. Isso é importante, pois muito se tem discutido no Brasil e no mundo 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" (SOARES-JÚNIOR 2013). Outra questão é que as informações trazidas pelos minicasos e suas respectivas notícias se constituem um recurso didático com uma abrangência diferente do livro didático, ressaltando o terceiro princípio da ASC, proposto por Moreira (2010), aprender a partir de diferentes recursos educativos que estimulem a aprendizagem significativa.

A FQ-IPA, baseia-se no fato de que as tarefas propostas sejam procedimentos potencialmente significativos, em que o conhecimento assimilado contribua para a formação de estudantes críticos. Nessas tarefas, a relação entre minicasos e suas respectivas notícias sempre levam a perguntas que buscam do estudante a utilização dos conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva. Esta ação promove um ensino centrado na interação entre professor e aluno, que dá ênfase ao intercâmbio de perguntas, acabando por significar mais para o estudante do que simples respostas prontas, conforme preconiza o Princípio da Interação Social e do Questionamento na ASC (MOREIRA, 2010).

O estímulo à reflexão proposto nas tarefas desta FQ auxiliará na formação de estudantes com sensibilidade ambiental, fazendo-se uma estratégia ambientalmente efetiva. Práticas diferenciadas como esta são indispensáveis para o ensino de ciências (OLIVEIRA et al., 2012). Por outro lado, as tarefas também levarão o estudante a refletir acerca das

informações que são facilmente perceptíveis na mídia e internet quanto à influência do homem nas interações planta-animal e no ambiente. Tudo o que o aluno retém, ele entende e posteriormente determina como representar em sua mente os elementos retidos, conforme estabelece o Princípio do Aprendiz como Preceptor do Mundo na ASC. Além disto, é importante salientar que o ser humano aprende corrigindo os seus erros, considerando o erro como natural e aprendendo através de sua solução, conforme indica o Princípio da Aprendizagem pelo Erro na ASC (MOREIRA 2010).

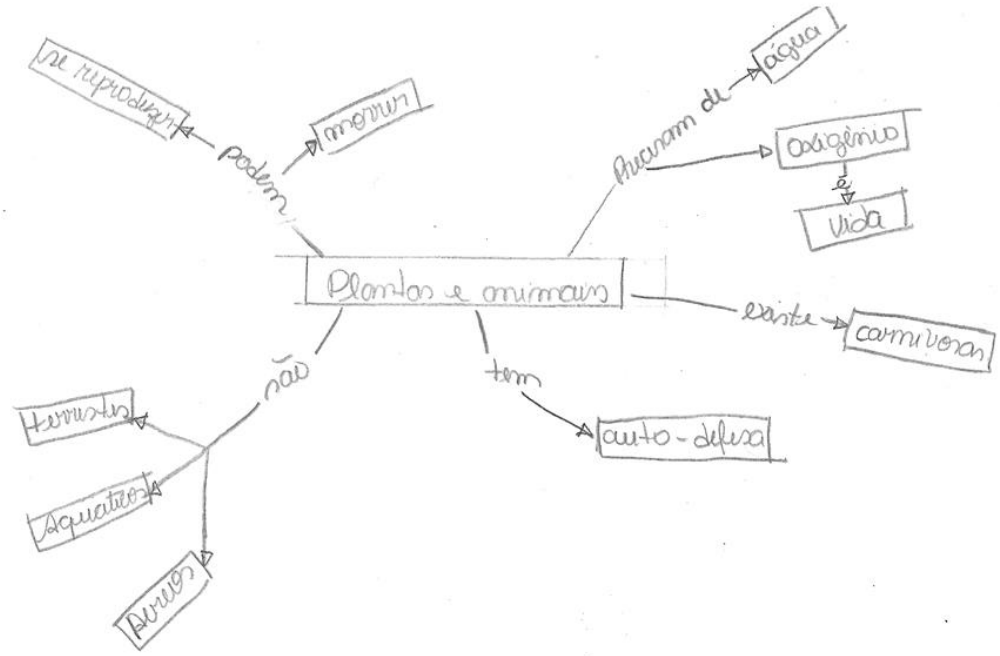
Trazer a espécie humana como um dos animais a se relacionarem com as plantas de modo a prejudicá-las enquanto comunidade vegetal é uma proposta para que o educando se sensibilize quanto ao papel ecológico do homem na biosfera e compreenda que ele não está fora do contexto ecológico. Observa-se, assim, que aprender um assunto de modo significativo é aprender sua linguagem, não só palavras, mas outros símbolos, instrumentos e processos também, de maneira substantiva e não-arbitrária. Aprender a linguagem de forma crítica é percebê-la como um novo meio de compreender o mundo. Esta quinta premissa da ASC abordada é denominada Princípio do Conhecimento como Linguagem (MOREIRA, 2010). Nesta direção, propõe-se a utilização da FQ-IPA em uma intervenção com os estudantes agrupados, de modo a se estabelecer um intercâmbio e esclarecimento de significados, feitos por meio da linguagem humana entre alunos e destes com o professor. Segundo Postman (1996) nada há entre seres humanos que não seja provocado, ajustado, elucidado, ou mistificado pela linguagem, incluindo as tentativas de adquirir conhecimento. Deste modo, atua sinergicamente ao quinto princípio da ASC a sua segunda premissa: o Princípio da Interação Social e do Questionamento (MOREIRA, 2010).

A validação da FQ-IPA gerou dados interessantes, colhidos a partir da análise dos mapas conceituais coletivos, que também serviram como método avaliativo para os estudantes. Abaixo estão apresentados dois mapas conceituais, um produzido antes (Figura 2) e o outro construído após a intervenção didática (Figura 3) por um dos grupos de estudantes. O critério adotado foi o de escolher um mapa produzido pela turma considerada com maior dificuldade de aprendizagem. No mapa da Figura 2, observa-se que os estudantes indicaram apenas as características que os animais e as plantas têm em comum, sem estabelecer nenhuma relação entre os dois grupos do ponto de vista da ecologia. Entretanto, a análise deste primeiro mapa foi importante para que o professor entendesse o que o grupo sabe sobre

a temática, pois o conhecimento prévio é a variável mais importante para a promoção da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2010).

No mapa da Figura 3 emerge as relações entre os conceitos mais importantes da ecologia e os estudantes estabelecem muitas relações entre os conceitos e de maneira muito articulada. Um equívoco percebido é intrigante: o conceito "homem" separado do conceito "animal", como se a espécie humana não fizesse parte do Reino *Metazoa*. Porém, pode-se inferir que esta segregação entre os dois conceitos anteriores está relacionada ao fato do homem atuar no meio ecológico de maneira distinta dos outros animais. Tal suposição está suportada na discussão com o grupo, cujos comentários sobre a interação do homem com as plantas caminhou para um caráter unicamente negativo, diferente dos outros animais, que podem prejudicar ou beneficiar os vegetais.

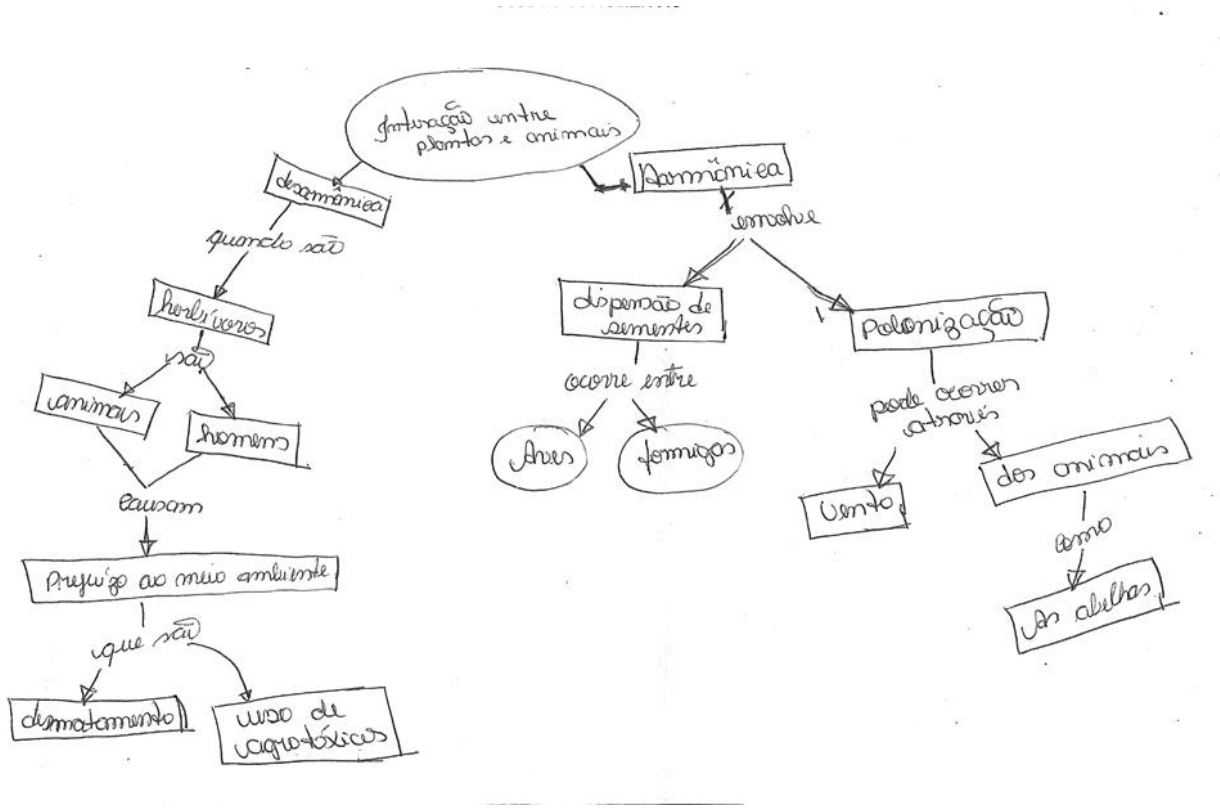
Figura 2: Primeiro mapa conceitual produzido por um grupo de estudantes com a temática "interações entre animais e plantas", antes da intervenção didática.



Não existe um mapa conceitual correto ou incorreto quando se busca investigar como estão organizados os conceitos no cenário cognitivo do educando. Cabe aos autores dos mapas explicarem suas produções, conforme preconiza o Princípio da Interação Social e do Questionamento na ASC (MOREIRA, 2010).

Ainda analisando o conceito “interações harmônicas” descritas no segundo mapa conceitual (Figura 3), observa-se que conceitos como “polinização pelo vento” e “dispersão de sementes por formigas”, que não estavam nas notícias da FQ, foram citados. Isto provavelmente aconteceu devido aos vídeos, imagens e *gifs* que foram associados nas seções de minicasos. O que ressalta a importância das diversas ferramentas tecnológicas para um ensino efetivo e potencialmente significativo das ciências, ressaltando a multidimensionalidade do conhecimento e tornando o aprendizado em ciências e ambiente mais criativo e dinâmico (ALEIXO et al., 2008; COLESANTI, 2008; FRANÇA et al., 2014).

Figura 3: Segundo mapa conceitual produzido pelo mesmo grupo de estudantes com a temática “interações entre animais e plantas”, após a intervenção didática.



Nos mapas conceituais construídos por outros grupos foi possível perceber que alguns estudantes relacionam o homem e os agrotóxicos. Percebeu-se que a intenção de eliminar herbívoros da lavoura, como ação que leva à diminuição da população de polinizadores como abelhas, acabam por prejudicar indiretamente a produtividade do cultivo. Outra situação encontrada foi a ligação dos conceitos “desmatamento” → “queimadas” → “efeito estufa” e “queimadas”→ “poluição” → “doenças respiratórias”, ou seja, os novos conhecimentos

apresentados se ancoraram aos que já existiam na estrutura cognitiva dos estudantes. Esta correlação de conceitos ressalta ainda mais o caráter crítico e significativo que a ferramenta FQ-IAP pode promover, pois não há desvios e sim convergências entre conceitos a partir da visualização destes, nos diversos cenários (social, ambiental, profissional, educacional) (SILVA et al., 2015; RAMOS; AQUINO, 2015). Além disso, barreiras que antes eram associadas a turma escolhida parecem ter sido minimizadas pela motivação e construção de um olhar mais crítico diante do que estava sendo aprendido.

Conclusões

A FQ *Interações entre Plantas e Animais* apresentada neste trabalho foi construída para possibilitar um diálogo entre as teorias da ASC e TFC, além de ser um recurso produzido na perspectiva das TIC. A aplicação de ferramentas didáticas que estimulem a capacidade cognitiva do estudante, de maneira a explorar seu conhecimento prévio, faz-se uma excelente oportunidade para a promoção de um ensino que forme sujeitos críticos. É sabido que um simples problema não é suficiente para acender o processo de assimilação de um conceito. Além disso, observa-se que o ensino por descoberta, sem uma mediação eficaz, não leva o estudante a uma aprendizagem significativa crítica. Nesta direção, a produção da FQ-IPA procurou mitigar estas questões, tornando-se uma ferramenta potencial para a promoção da ASC, por meio da flexibilização do conhecimento. A validação da ferramenta nas aulas de Biologia do Ensino Médio, em uma sequência didática do tipo *aula expositiva + aula extraclasse → FQ → discussão em grupo*, mostrou um impacto positivo no processo de ensino-aprendizagem da Ecologia para a formação de estudantes críticos, reflexivos e atuantes na sociedade com o devido conhecimento ecológico. É possível aplicar a FQ-IPA em outros componentes curriculares, sob várias perspectivas (ambiental, interdisciplinar, multidisciplinar, informativo, metacognitivo) para a promoção de uma aprendizagem potencialmente significativa, ou seja, na construção do conhecimento que faça sentido para o estudante.

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.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al., 2ª ed. **Educational psychology: a cognitive view**. 1980. 623p.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune&Stratton. 1963.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, p. 2000, 1998.

DODGE, B. Past, Present and Future. In: A. A. A. Carvalho (Org.), **Actas do Encontro sobre WebQuest**. Braga: CIEd, 2006. p. 3-7.

FRANÇA, M.; SILVEIRA, I. F.; ARAÚJO JR., C. F. Vivissecção virtual comutilização 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.

LEÃO, M. B. C.; SOUZA, F. N.; MOREIRA, A. FlexQuest: literacia da informação e flexibilidade cognitiva. **Indagatio Didactica**, v. 3, n. 3, 2011.

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

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (belo Horizonte), v. 17, p.115-138, nov. 2015.

NUNES, J. S.; RICCI, B. B.; FONTANA, M. J. G. Manual de Orientações: o filme como recurso didático nas aulas de ecologia para a formação de conceitos científicos. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. extra , p.214-220, out. 2016.

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 em Ação**, v. 42, p. 1-15, 2012.

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.

PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; MORO, J. T.; KILIAN, A. S.; DROSE-NETO, B. Utilização de mapas conceituais para buscar indícios de aprendizagem significativa na Física aplicada à Medicina. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 347-362, 2016.

POSTMAN, N. **The end of education: redefining the value of school**. New York: Vintage Books/Random House. 1996. 208p.

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.

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. **Risti - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 4, p.35-49, set. 2015.

SOARES-JUNIOR, M. P. et al. Educação Ambiental: Um Desafio À Sustentabilidade Sócio Ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 18-34, 2013.

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

SPIRO, R. J.; JEHNG, J. C. Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In: NIX, D.; SPIRO, R.J. (Eds.). **Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1990, p.163-205.

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, 2012.

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