

AVALIAÇÃO DE INDÍCIOS DO DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA POR MEIO DO USO DE MAPAS CONCEITUAIS

Evidence evaluation of developing cognitive flexibility through use of conceptual maps

Indicaciones del desarrollo de flexibilidad cognitiva mediante el uso de mapas conceptuales

**Bárbara Lúcia de
Oliveira da Silva**

barbarallucia@gmail.com

**Ariane Nascimento
dos Santos**

arianesantossas@gmail.com

**Kátia Aparecida da
Silva Aquino**

Colégio de Aplicação da
Universidade Federal de
Pernambuco
aquino@ufpe.br

RESUMO

A educação para o século XXI, cada vez mais, compenetra-se na necessidade da participação ativa dos estudantes em seu processo de ensino-aprendizagem para que possam agir autonomamente nas diferentes circunstâncias de sua vida. Nesse panorama educacional, as tecnologias estão cada vez mais presentes. Desta forma, o objetivo desse estudo é avaliar indícios do desenvolvimento da flexibilidade cognitiva através de mapas conceituais construídos por estudantes da educação básica e inseridos na perspectiva da promoção da Aprendizagem Significativa Crítica. A metodologia do trabalho foi constituída por uma sequência didática que abordava o conteúdo conceitual sobre reações orgânicas, de modo interdisciplinar, na temática das dietas a partir da estratégia Flexquest. A aplicação da Flexquest e dos Mapas conceituais para o ensino de reações orgânicas propiciou ao estudante protagonismo e ressignificação do saber, enriquecendo seus conhecimentos prévios a partir do reconhecimento de novos contextos para um mesmo conceito de forma reflexiva e crítica.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Teoria da Flexibilidade Cognitiva, Flexquest, Mapas Conceituais.

ABSTRACT

Education for the 21st century is increasingly aware of the need for the active participation of students in their teaching-learning process so that they can act autonomously in the different circumstances of their lives. In this educational panorama, technologies are increasingly present. Thus, the aim of this study is to assess evidence of the development of cognitive flexibility through conceptual maps built by students of basic education and inserted in the perspective of promoting Critical Meaningful Learning. The work methodology consisted of a didactic sequence, addressing the content of organic reactions, in an interdisciplinary way, on the theme of diets from the Flexquest strategy. The application of Flexquest and Concept Maps for teaching organic reactions gave the student a leading role and a new meaning of knowledge, enriching their previous knowledge based on the recognition of new contexts for the same concept in a reflexive and critical way.

Keywords: Meaningful Learning, Cognitive Flexibility Theory, Flexquest, Conceptual Maps.

RESUMEN

La educación para el siglo XXI es cada vez más consciente de la necesidad de la participación activa de los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje para que puedan actuar de forma autónoma en las diferentes circunstancias de su vida. En este panorama educativo, las tecnologías están cada vez más presentes. Así, el objetivo de este estudio es evaluar evidencias del desarrollo de la flexibilidad cognitiva a través de mapas conceptuales construidos por estudiantes de educación básica e insertados en la perspectiva de promover el Aprendizaje Crítico Significativo. La metodología de trabajo consistió en una secuencia didáctica, abordando el contenido de reacciones orgánicas, de manera interdisciplinar, sobre el tema de las dietas desde la estrategia Flexquest. La aplicación de Flexquest y Concept Maps para la enseñanza de reacciones orgánicas otorgó al alumno un rol protagónico y un nuevo significado del conocimiento, enriqueciendo sus conocimientos previos a partir del reconocimiento de nuevos contextos para un mismo concepto de manera reflexiva y crítica.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, teoría de la flexibilidad cognitiva, Flexquest, mapas conceptuales.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho iremos apresentar resultados da utilização de mapas conceituais no ensino de química, embora toda a discussão teórica aqui apresentada tem fecundo campo de desenvolvimento em qualquer área do conhecimento. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), o ensino de química deve promover aos estudantes a compreensão de fenômenos químicos e suas implicações sócio-políticas, tecnológicas e econômicas (Brasil, 2002). Nessa direção, incentiva-se a adoção de propostas didático-avaliativas que oportunizem gradativamente a atuação mais ativa do estudante, abandonando assim um método instrucional tradicional em que a transmissão e memorização de um conhecimento pronto são o centro do processo ensino-aprendizagem.

Aprender química significa compreender as transformações e fenômenos químicos que ocorrem na natureza, no corpo, na sociedade e na tecnologia. Entretanto, autores como Pazinato e colaboradores (2012), Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) e Binsfeld, Auth e Macedo (2013) alertam que no ensino de química ainda resistem práticas pedagógicas pautadas na fragmentação. Tal prática pedagógica favorece a descontextualização através de metodologias que promovem a memorização, mesmo sendo a química, um componente curricular que tem forte relação com questões importantes para a compreensão da vida. Objetivando a superação de tal perspectiva de ensino e buscando aporte nas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), surgem estratégias de grande potencial pedagógico, a exemplo da Flexquest (Aleixo, Leão & Souza, 2008).

A Flexquest é uma estratégia didática estruturada em um ambiente virtual, encontrada com várias temáticas, baseada na utilização de casos (notícias, vídeos, livros etc.) e fundamentada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC). Essa teoria trata da aquisição de novos “conhecimentos complexos” e busca superar as práticas de memorização, proporcionar a capacidade do indivíduo de reestruturar um determinado conhecimento para torná-lo flexível e aplicável em diferentes contextos (Spiro et al., 1988).

Alinhada à TFC, a Teoria da Aprendizagem Significa (TAS) se refere ao processo de retenção de novos significados na estrutura cognitiva do indivíduo, que são assimilados através da associação de uma nova informação a um dado conhecimento prévio. Sendo que essa associação ocorre de maneira não arbitrária e não literal (Ausubel, 2003). A concepção crítica da TAS é denominada Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), que se remete à capacidade do sujeito de enxergar o conhecimento como uma maneira de perceber e intervir no mundo. A ASC apresenta alguns princípios facilitadores para sua aplicação, entre eles, destaca-se o uso de recursos didáticos diversificados (Moreira, 2010).

Dentre os recursos didáticos de grande potencial para o processo de ensino-aprendizagem, destacamos neste trabalho os mapas conceituais. Os mapas conceituais são ferramentas que fornecem indícios de como a estrutura cognitiva se modifica perante as intervenções didáticas. Além disso, os mapas conceituais foram desenvolvidos como instrumentos gráficos de organização de conhecimentos, que buscam relacionar e hierarquizar conceitos (Moreira, 2005).

Nesta direção, buscamos verificar indícios do desenvolvimento da flexibilidade cognitiva por meio da análise de mapas conceituais construídos por estudantes submetidos a uma estratégia Flexquest. Nessa direção, uma sequência didática foi desenvolvida para envolver intervenções didáticas com o uso da estratégia Flexquest sobre a temática de dietas restritivas.

2. MARCO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Intersecções entre as Teorias da Flexibilidade Cognitiva e Aprendizagem Significativa Crítica

Alcançar uma compreensão aprofundada de um determinado tema, argumentar sobre o mesmo e aplicá-lo flexivelmente em diferentes contextos é o que trata os princípios da aquisição de conhecimento avançado, que são fundamentados na flexibilidade cognitiva (Spiro et al., 1988). De acordo com Carvalho (2011), a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), desenvolvida por Spiro e seus colaboradores em 1991, objetiva ultrapassar os processos de memorização de um assunto para que, ao ser desafiado em uma dada situação, o indivíduo possa reestruturar seu próprio conhecimento e utilizá-lo na resolução de problemas de seu cotidiano. Oriunda dos princípios construtivistas, a TFC pode ser definida como a capacidade de reconstruir um conhecimento em níveis avançados e complexos de diversas formas, a partir de situações desafiantes que o sujeito esteja submetido.

Os assuntos escolares, dentro da perspectiva da TFC, retratam conhecimentos complexos (avançados) adaptáveis à aplicação em diversos casos, isto é, a múltiplas representações. Tais representações podem ser apresentadas através de vários recursos como notícias, livros, vídeos etc. Quanto mais variáveis forem os recursos didáticos, maior é o potencial do desenvolvimento da flexibilização do conhecimento, pois as múltiplas representações podem envolver abordagens diferentes sobre um mesmo ponto de vista (Vasconcelos, 2016).

Indo nesta direção, Santos (2016) aponta a necessidade de trazer para a sala de aula estratégias didáticas que incorporem caráter inovador e que atenda ao perfil tecnológico que a sociedade e, conseqüentemente, a escola tem enfrentado. As TDIC apresentam diversos formatos e ferramentas que, quando inseridas no contexto educacional de maneira pedagógica e estruturada, podem se tornar um instrumento de aprendizado com bastante potencial para o engajamento estudantil (Aleixo et al., 2008).

Nesta perspectiva, a metodologia de ensino Webquest viabiliza a utilização das TDIC através do uso da internet. Tal metodologia foi desenvolvida pelos professores universitários Bernie Dodge e Tom March na década de 90. De acordo com Aleixo e colaboradores (2008), a WebQuest pode ser definida como uma atividade de pesquisa orientada pelo docente com as informações oriundas majoritariamente da internet. Contudo, ao longo das demandas da sociedade, alterações na Webquest foram sendo necessárias (Leão, Souza & Moreira, 2011). Assim, foi desenvolvida uma metodologia ou estratégia mais próxima das necessidades educacionais denominada de Flexquest que após algumas adaptações se tornou a Flexquest de segunda geração, também conhecida como Flexquest oriunda da Web 2.0 (Santos, 2016). O modelo da Flexquest também é baseado na TFC, então esta é uma estratégia baseada no uso de hipermídia na qual as informações a serem aprendidas partem de casos existentes na internet para propiciar a construção de um conhecimento mais amplo e enriquecido (Aleixo et al., 2008).

De acordo com Santos (2016), a Flexquest oriunda da Web 2.0 se configura na estruturação de casos, ou seja, situações baseadas na realidade, mas que apresente intrinsecamente mais de um contexto. Cada contexto se configura como um minicaso, tornando os casos e minicasos elementos fundamentais de uma Flexquest. Tal estruturação permite promover uma aprendizagem avançada com domínios conceituais elevados que tornam o conhecimento flexível e aplicável a diferentes contextos. A partir da utilização da Flexquest, o indivíduo pode desenvolver a capacidade de compreender amplamente um dado conhecimento em diversas situações do seu cotidiano. Avançar além da flexibilização do conhecimento, quando o sujeito consegue refletir e se posicionar diante de situações-problema, nos permite fazer um diálogo com a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Antes de tratarmos da Aprendizagem Significativa Crítica é necessário que tenhamos algumas considerações sobre a Teoria da Assimilação da Aprendizagem e da Retenção Significativas, mais conhecida por Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). A TAS é uma teoria do conhecimento sobre a aquisição de novos significados desenvolvida em 1960, por David Ausubel, psicólogo norte-americano. Ausubel (2003) considerava que o indivíduo é dotado de uma estrutura cognitiva capaz de sustentar conceitos adquiridos ao longo de sua vida através da ancoragem de um novo conhecimento a um dado conhecimento prévio, conhecido como subsunçor. Cabe salientar que, segundo a TAS, a assimilação entre o novo conhecimento e um subsunçor deverá ocorrer de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, é necessária a existência de afinidade e de um significado lógico entre ambos os conceitos e que possibilite relacionar diferenças e similaridades destes mesmos conceitos em outros contextos. Desta forma, a estrutura cognitiva se altera e expande para a produção de novos conceitos que passam a ter, consequentemente, novos significados.

Ao término do século XX, Moreira (2005) propôs uma extensão da TAS denominada de Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), ou seja, uma perspectiva crítica da teoria de Ausubel. Para Moreira (2010), esta expansão permite ao sujeito se apropriar de sua cultura e ao mesmo tempo enxergá-la de uma perspectiva mais distante dela. Em outras palavras, o indivíduo tem a capacidade de enxergar o conhecimento de forma crítica para que ele possa perceber e intervir sobre sua realidade. O autor elenca, ainda, onze princípios facilitadores da ASC (Tabela 1) que visam a superação de uma educação tradicional.

Tabela 1
Princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica

Princípios	Descrição
1. Princípio do conhecimento prévio	Na AS o conhecimento prévio é a variável mais importante. E para que se consiga aprender de forma crítica é preciso primeiro aprender de forma significativa.
2. Princípio da interação social e do questionamento	Deve-se ensinar e/ou aprender perguntas e não apenas repostas. Essa dinâmica deve gerar interação entre professor e estudante. Ensinar a perguntar é a premissa mais importante para que se compreenda que assim se constrói o conhecimento humano.
3. Princípio da não centralidade do livro texto	A utilização de um único livro texto simboliza uma ideia de que todo o conhecimento emana de uma só verdade. Por isso, defende-se a diversidade de materiais instrucionais.
4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador	O aprendiz é um perceptor/representador, isso quer dizer que tudo o que ele recebe (de conhecimento), ele percebe e representa de acordo com suas experiências. Ou seja, cada percepção é única, porque cada sujeito enxerga o mundo de formas singulares.
5. Princípio do conhecimento como linguagem	A linguagem é o mecanismo de compreensão do conhecimento, por isso, a percepção da realidade depende dela. Ao se aprender diversos tipos de linguagens se ampliam as possibilidades de percepções. Aprender criticamente é entender que uma nova ou diferente linguagem é uma nova ou diferente maneira de perceber o mundo.
6. Princípio da consciência semântica	O significado das coisas é o significado que as pessoas atribuem às coisas. Consequentemente, o significado das coisas não é fixo. A consciência semântica deve ser compreendida pelo professor, quando este compartilha significados com o aprendiz, para que não se propague a ideia de respostas certas ou erradas.
7. Princípio da aprendizagem pelo erro	O erro faz parte na natureza humana. Compreender que todo conhecimento é uma construção humana, implica compreender que a superação do erro é o que o constrói o conhecimento. Considerar, questionar o erro é pensar criticamente.
8. Princípio da desaprendizagem	Existem conhecimentos prévios que podem atuar como um obstáculo epistemológico. A desaprendizagem é a ação de não utilizar certos conhecimentos como subsunções quando não forem relevantes e dificultarem a captação de novos significados.
9. Princípio da incerteza do conhecimento	Aprender de maneira significativa e crítica requer compreender que as definições e significados são criações humanas originadas de dúvidas. A incerteza do conhecimento é consequência da dependência dos questionamentos que fazemos sobre o mundo.
10. Princípio da não centralidade no quadro branco	A não centralização no quadro branco e a diversificação de estratégias de ensino possibilitam a participação ativa do estudante e retira das aulas expositivas o cerne da construção do conhecimento.
11. Princípio do abandono da narrativa	A importância de deixar o estudante falar para que não se transmita a ilusão de certeza. A aprendizagem significativa crítica preconiza que o ensino seja centrado no aprendiz, dessa forma, o professor fala menos. Ouvir o que o estudante tem a dizer é essencial para que se possa negociar e discutir significados.

Fonte: Adaptado de Moreira (2010).

Os conhecimentos prévios, a interação social, aprender a questionar são alguns dos elementos centrais para a facilitação da ASC. Possibilitando que o aprendiz assuma um papel ativo no seu processo de aprendizagem, desempenhado uma postura crítica de entendimento da realidade e de possível intervenção (Moreira, 2010).

Na perspectiva crítica da TAS trazida por Moreira (2010) encontramos pontos de intersecção com a TFC quando percebemos que as duas teorias preconizam a importância dos conhecimentos prévios para uma ação ativa do aprendiz através de estratégias que permitam a construção de um conhecimento dinâmico e não literal. Ao perceber que um conhecimento adquire significados diferentes nos diversos contextos apresentados em uma educação que vise o desenvolvimento de uma ASC, o sujeito flexibiliza o seu conhecimento e, desta forma, consegue se posicionar com mais propriedade diante de uma situação-problema. Isso quer dizer que os fenômenos que estão ao seu redor são vistos, não como uma exclusividade de uma determinada área do conhecimento, mas se constituem em situações que podem ser explicadas e percebidas a partir de várias perspectivas.

As perspectivas consideram os contextos que são a base da TFC e para conseguir perceber tais contextos é necessária uma visão crítica dos seus significados. Neste cenário, ao utilizar como estratégia uma Flexquest e levando em consideração os princípios da ASC (Tabela 1), julgamos que podemos desenvolver intervenções pedagógicas que possam de fato contribuir para uma educação que leve o sujeito à reflexão para que possa, conseqüentemente, intervir na sociedade de maneira eficaz e de forma crítica.

2.2 Mapas Conceituais

Moreira (2005) enfatiza que para facilitar a ASC é possível fazer uso de materiais instrucionais potencialmente significativos que viabilizem esta aprendizagem. Dentre estes materiais, os mapas conceituais são instrumentos de grande potencial. De acordo com Novak & Canãs (2010), os mapas conceituais “são ferramentas gráficas para a organização, sistematização e representação do conhecimento” (p. 10). Os mapas são fundamentados na TAS e são formados por conceitos que são designados como um termo que representa eventos ou objetos.

Nos mapas conceituais os conceitos se encontram interligados por palavras ou termos de ligação e visam responder uma pergunta focal. Os termos de ligação, quando constituídos por verbos flexionados, possibilitam clareza na relação entre os dois conceitos (Aguiar & Correia, 2013). A tríade “conceito 1 - palavra de ligação - conceito 2” é denominada de proposição que são unidades fundamentais que auxiliam na promoção ou avaliação da aprendizagem significativa (Novak & Canãs, 2010).

Em suma, os mapas conceituais buscam relacionar e hierarquizar conceitos, ou seja, é “um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino” (Moreira, 2005, p. 2). Ou seja, através da construção de mapas conceituais podemos compreender o modo que o indivíduo atribui significado para o que está sendo aprendido.

Dada a grande potencialidade do mapa conceitual, este instrumento vem sendo utilizado em vários estudos e, em especial no ensino de química, na perspectiva de verificar a promoção de uma aprendizagem significativa no ensino de radioatividade (Aquino & Chiaro, 2013) ou da avaliação de competências argumentativas (Ramos & Aquino, 2015). Dependendo da forma como os conceitos que estão sendo trabalhados se relacionam, pode-se também utilizar os mapas conceituais para inferir sobre a ocorrência da flexibilização cognitiva (Oliveira, Silva, & Aquino, 2017).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa, de cunho qualitativo, foi desenvolvida em uma escola pública federal do estado de Pernambuco em duas turmas do 3º ano do ensino médio, somando em média 30 estudantes por turma. A pesquisa foi aplicada no componente curricular de química por meio da sequência didática apresentada na Tabela 2. Cabe salientar que uma hora-aula possui 50 minutos e na semana as aulas de química eram distribuídas em dois dias, sendo um com aulas geminadas (duas horas-aula) e outro por uma hora-aula. Então, todas as atividades foram trabalhadas em sequência formando um total de cinco semanas ou 18 horas-aula.

A sequência didática apresentada na Tabela 2 foi desenvolvida para trabalhar especificamente as reações orgânicas, com relações diretas com os macronutrientes através do suporte de uma Flexquest sobre dietas restritivas. O objetivo foi o de promover, além de uma flexibilidade cognitiva, a viabilização da promoção de uma ASC. Para tal fim, todas as atividades foram desenvolvidas com os estudantes em grupo de seis integrantes e cada grupo estudou mais especificamente uma dieta: *low carb*, cetogênica, paleolítica e Ducan.

Além das respostas às atividades propostas na Flexquest, os mapas conceituais, que já são bem estabelecidos para a avaliação de uma aprendizagem significativa, foram analisados com o intuito de mostrarmos que também são instrumentos capazes de fornecer indícios do desenvolvimento da flexibilidade cognitiva. Os estudantes já estavam familiarizados com a técnica de mapeamento conceitual, pois outras atividades pedagógicas, envolvendo mapas conceituais, já haviam sido realizadas. Os mapas foram construídos individualmente. Contudo, os estudantes participaram de várias discussões dentro dos grupos que desenvolveram as outras etapas da sequência didática. Desta forma acreditamos que tais discussões puderam auxiliar na escolha dos conceitos que cada um iria escolher para responder a seguinte pergunta focal: “Como as reações químicas contribuem para as diferentes dietas?”. Os estudantes foram instruídos para construir seus mapas no programa *CmapsTool*¹.

¹O programa CmapTool foi desenvolvido para produção de mapas conceituais e está disponível em <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/> acesso em 21 de out 2021

Tabela 2

Sequência didática construída para este estudo

Etapas	Carga-horária	Atividade	Recursos
1. Apresentação e diferenciação dos tipos de reações orgânicas	4 horas-aula	Definição e caracterização dos tipos de reações (adição, eliminação, oxidação, substituição e complexação) ao apresentar figuras que contemplem situações cotidianas para cada reação estudada. Realização de desafios na perspectiva que os estudantes pudessem relacionar os tipos de reação a cada equação química apresentada.	Apresentação de slides; computador; projetor. Fichas de acompanhamento para os desafios.
3. Abordagem conceitual sobre bioquímica	4 horas-aula	Articulação sobre a importância da presença dos três macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) no organismo e os efeitos segundo a presença ou ausência de cada macronutriente em cada tipo de dieta através da análise do ciclo de Krebs. Análise do ciclo de beta oxidação dos lipídeos para mostrar a presença das reações orgânicas de eliminação, adição e oxidação em algumas etapas do ciclo.	Apresentação de slides; computador; projetor. Ficha de acompanhamento.
4. Análise das dietas restritivas discutidas na Flexquest (<i>lowcarb</i> , Dukan, paleolítica e cetogênica)	4 horas-aula	A turma foi dividida em quatro grupos. Cada grupo ficou responsável por analisar uma dieta apresentada na Flexquest “Tem química na minha dieta?”. Após a leitura do material, cada grupo apresentou suas perspectivas e deflagrou-se uma discussão sobre os benefícios e malefícios de uma dieta restritiva. Como atividade extra-classe, os grupos tiveram a missão de realizar as questões, processos e transferência propostas na referida Flexquest.	<i>Smartphones</i> para acesso à plataforma Flexquest.
5. Socialização das atividades apresentadas na Flexquest	4 horas-aula	Cada grupo socializou as respostas relacionadas às atividades apresentadas na Flexquest (questões, processos e transferência) com subsequente discussão em grupo.	Material produzido pelos grupos para exposição. Comidas que representaram cada dieta.
6. Produção de mapa conceitual	2 horas-aula	Produção de mapa conceitual, individualmente para responder a seguinte pergunta focal: “Como as reações químicas contribuem para as diferentes dietas?”	Papel, caneta ou o programa <i>CmapTool</i>

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hoje, os registros sobre os ganhos do desenvolvimento da flexibilidade cognitiva no ensino de ciências já estão bem difundidos e a Flexquest é uma estratégia de desenvolvimento cognitivo (Vidmar & Sauerwein, 2021). Nesta direção, usamos a Flexquest “Tem química na minha dieta?”² que está hospedada em uma plataforma desenvolvida pelo grupo *Semente* da Universidade Federal de Pernambuco e tem acesso aberto. Como qualquer outra Flexquest 2.0 (Santos, 2016), a Flexquest escolhida para este estudo é constituída por cinco elementos: o contexto (neste caso as dietas); os casos que são notícias sobre as dietas *lowcarb* (caso 1), paleolítica (caso 2), Dukan (caso 3) e cetogênica (caso 4); os minicases que são os contextos distintos dentro de cada notícia ou caso (econômico, político, social, etc); as questões que possuem um caráter introdutório da imersão do tema; os processos que auxiliam na articulação entre os minicase em um nível intermediário de flexibilização do conhecimento e a transferência que está pautada em atividades que levem o estudante a colocar a “mão na massa”, que o leve para o nível mais avançado de

² Flexquest disponível em < <http://www.flexquest.ufrpe.br/projeto/2687/contexto/2859> > acesso em 29 mar 2021

flexibilização do conhecimento. A Figura 1 ilustra o *layout* da Flexquest “Tem química na minha dieta?”, especificamente na seção dos casos.

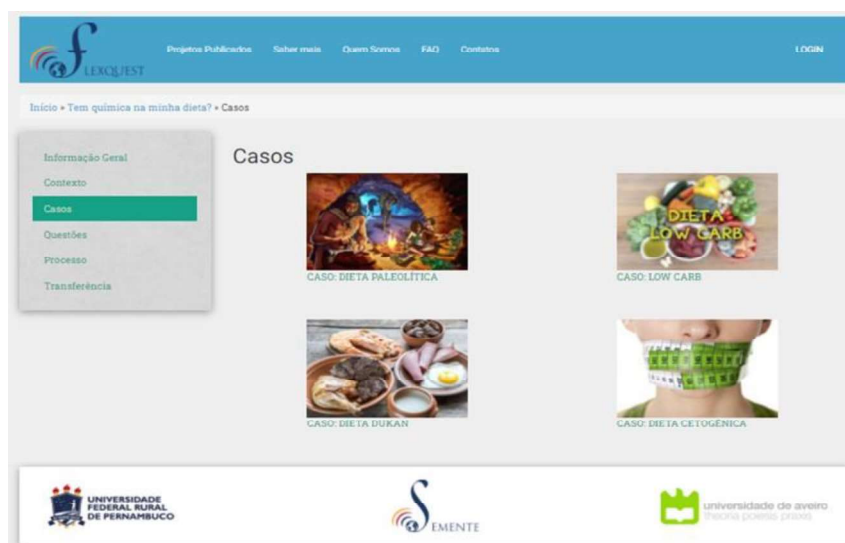


Figura 1 – Layout da seção de casos da Flexquest “Tem química na minha dieta?” utilizada na sequência didática deste estudo.

De maneira geral, foi perceptível que a sequência didática apresentada na Tabela 2 permitiu uma ação mais ativa dos estudantes em todas as etapas. Também foi possível perceber muita curiosidade por parte dos estudantes através do aumento de questionamentos na sala de aula, provavelmente pela aproximação do tema com o cotidiano de muitos jovens atualmente. Aleixo e colaboradores (2008) enfatizam que a Flexquest, quando inserida no contexto educacional de maneira pedagógica e estruturada, torna-se uma estratégia com bastante potencial para o desenvolvimento de um conhecimento que foge ao padrão estático tradicionalmente abordado na sala de aula.

Especificamente no ensino de Química, as reações orgânicas são geralmente trabalhadas por meio de um método de transmissão e recepção de conhecimentos. Mariano, A. (2008) afirma que “de certa forma, as ideias dos alunos sobre reações orgânicas estão relacionadas à ‘intuição química’ e refletem um conhecimento compartimentalizado” (p. 1243), com uma série de reações padronizadas que não apresentam qualquer conexão com o cotidiano dos estudantes. Esta tendência do ensino implica no aumento da dificuldade dos estudantes na compreensão das reações orgânicas e de seus impactos e contribuições para a sociedade. A sequência didática trabalhada e apresentada neste estudo visa romper com este modelo e ensino.

Assim, a reflexão dos grupos a partir das orientações e atividades propostas na Flexquest foram ao encontro de alguns princípios da ASC (Tabela 1) como I) princípio do Abandono da Narrativa, quando permite que o estudante exponha suas concepções diante de um contexto, que o torna ativo, reflexivo e com potencial de refletir sobre suas escolhas e até fazer mudanças necessárias;

II) princípio da não centralidade no livro-texto e na exposição via quadro branco, que permite a construção de novos conhecimentos de maneira não literal; III) o princípio da interação social, já que em todas as etapas, os estudantes não deixaram de realizar questionamentos e lidar com conflitos no grupo de trabalho; IV) o princípio do abandono da narrativa do professor ao colocar no centro do processo os estudantes e suas próprias perspectivas (Moreira, 2010).

Neste cenário, a utilização dos casos referente às dietas na Flexquest possibilitou a aprendizagem avançada dos macronutrientes e o conhecimento flexível e aplicável de tal temática em diferentes situações da vida do estudante (Santos, 2016). Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 2002) expressam a necessidade de articular o conteúdo escolar à vida do estudante e, assim, diminuir a distância entre o que se aprende na escola e o que se vivencia na vida real. Através da abordagem contextualizada sobre as reações orgânicas e a bioquímica foi criado um ambiente propício para que a estrutura cognitiva dos estudantes se expandisse ao ancorar novos conhecimentos químicos aos conhecimentos prévios sobre biologia, por exemplo, de maneira não arbitrária e não literal dada a afinidade entre as informações (Ausubel, 2003).

Para representar os resultados obtidos neste estudo, escolhemos as questões, os processos e a transferência trabalhados por um dos grupos de estudantes que analisaram a dieta cetogênica. A escolha por este grupo aconteceu sem nenhum critério específico. As questões da Flexquest foram constituídas por quatro problemas que tinham o objetivo de relacionar de maneira implícita os casos e minicasos às reações orgânicas. Através das respostas foi possível analisar que o grupo exaltou a necessidade do consumo dos macronutrientes de maneira equilibrada e ainda o quão importante é o acompanhamento médico, demonstrando pensamento autônomo e crítico em relação ao que foi estudado (Delors, 1998).

Para complementar, o grupo discutiu sobre o poder que um indivíduo tem de julgar e decidir por si mesmo e as consequências das dietas no organismo. Os estudantes tiveram que explicar outros processos do organismo que não necessariamente estiveram nas discussões na sala de aula, exigindo deles a ação de pesquisar, compreender e articular outros assuntos que permeiam as dietas e as reações orgânicas. Esta ação coloca o estudante no centro do processo e permite que ele reflita, tome decisões diante da curadoria das informações, isto é, por não existir uma resposta pronta às questões, os conceitos deixam de ser estáticos e passam ter novos significados a depender do contexto que está inserido.

Nesta direção, o grupo elucidou do que se tratam as dietas e suas características, comentou sobre os riscos à saúde de acordo com a abolição de cada macronutriente por dieta citada. O objetivo das questões, no contexto das dietas da Flexquest, foi de possibilitar aos estudantes dissertar sobre a perspectiva socioeconômica em relação às “dietas da moda” e terem a capacidade de compreender o quanto isso é lucrativo para indústria das dietas. Os estudantes

conseguiram articular de forma lógica todos os contextos (econômicos, biológicos e químicos) que eram implícitos no caso da dieta cetogênica.

Do mesmo modo que as questões, os processos apresentam quatro problemas que trabalham as reações orgânicas de maneira implícita. Os processos têm o objetivo de articular os diferentes minicasos (de casos distintos) entre si para que os estudantes sejam desafiados em uma perspectiva mais avançada da flexibilidade cognitiva. Os estudantes conseguiram relacionar os motivos sociais das dietas serem tão procuradas, tal como a questão das altas expectativas sobre a imagem corpórea que servem como estratégia para a indústria da dieta convencer as pessoas a se tornarem adeptas.

É neste sentido que o PCNEM destaca quanto à necessidade do ensino de Química possibilitar a construção do conhecimento científico relacionado às implicações ambientais, sociais e econômicas (Brasil, 2002). Assim, os processos tiveram como objetivo articular minicasos de diferentes casos para possibilitar ao máximo o desenvolvimento do conhecimento em domínios avançados. De maneira geral, a análise das respostas do processo, mesmo na ausência de certas colocações importantes, o grupo demonstrou um raciocínio cognitivo mais complexo. Mesmo que não tenha sido ampliado em algumas situações, a flexibilidade cognitiva ou aconteceu ou estava em curso (Spiro et al., 1988).

Por fim, a seção de transferência da Flexquest propõe que os estudantes pesquisem por uma notícia que seja constituída de pelo menos dois minicasos, ou seja, pelo menos dois contextos. Para esta atividade, os estudantes foram desafiados a escolher dois contextos que abrangessem pelo menos uma dieta estudada e uma atividade física, pois existia a intencionalidade pedagógica de unir os conceitos trabalhados nos componentes curriculares de química e educação física.

Através de atividades de curadoria como a proposta na transferência, os estudantes precisam se posicionar criticamente diante das informações veiculadas nas notícias e então escolher aquela que atendessem a atividade proposta. Esta ação mobilizou os conhecimentos prévios, os conhecimentos sobre as dietas, sobre macronutrientes e as atividades físicas, que permitiu a relação, a análise e a reconciliação de saberes levando a um processo muito mais sofisticado de construção do conhecimento. Além disso, esta é uma atividade que leva o estudante a articular o conhecimento de forma crítica e reflexiva desde a busca da notícia, que se enquadre aos propósitos da transferência, até a sua análise dentro de uma discussão de várias perspectivas dentro do grupo. Exige, inclusive, a ressignificação de conceitos que se tornam aplicados, ampliados e imerso na vida real, sendo uma atividade que se mostrou com grande potencial para a promoção de uma ASC.

Uma questão interessante a se destacar foi quando o grupo reconheceu que a notícia escolhida para a atividade de transferência não direciona o leitor para uma orientação médica. Apenas cita

uma nutricionista na entrevista para apresentar certa confiabilidade na informação, sem apresentar os possíveis malefícios à saúde. Os estudantes pontuaram muito bem que a matéria visava atrair os seus leitores através de um título chamativo e acabava por corroborar com a indústria de dietas, que apenas visa o seu próprio lucro.

Desta forma, pode-se considerar que os estudantes reestruturaram o seu conhecimento e o compreenderam amplamente conforme é esperado na TFC (Carvalho, 2011). Além dessa ampliação, que torna o conhecimento mais rico, os estudantes também expressaram a capacidade de refletir e se posicionar em relação a uma situação de desafio, aprendendo assim, não apenas de maneira significativa, mas também de maneira crítica (Moreira, 2010).

A fim de verificar as contribuições de uma atividade estruturada que vise o desenvolvimento da flexibilização do conhecimento (Flexquest) alinhada aos princípios da ASC, os estudantes construíram mapas conceituais para responder à pergunta focal: “Como as reações químicas contribuem para as diferentes dietas?”. A missão exigia a introdução obrigatória de três conceitos: dietas, reações orgânicas e isomeria. O objetivo foi o de levar o estudante a pensar os macronutrientes nestes três contextos (ou domínios) que foram trabalhados recentemente (dietas e as reações orgânicas) e no bimestre anterior (isomeria), para então entender como o conhecimento se estabilizou na sua estrutura cognitiva. As Figuras 2 e 3 ilustram mapas conceituais produzidos por dois estudantes (estudante A e estudante B) pertencentes ao grupo que estudou a dieta cetogênica da Flexquest, cujos resultados foram analisados neste estudo. Cabe salientar que todos os estudantes realizaram a atividade de elaboração dos mapas conceituais, porém por questão de espaço trouxemos dois mapas para exemplificar a avaliação realizada através deste instrumento.

Figura 2 -Mapa conceitual produzido pelo estudante A, integrante do grupo que estudou a dieta cetogênica da Flexquest.

De maneira geral, os dois mapas apresentaram o domínio relacionado às reações orgânicas diretamente ligado ao domínio das dietas provavelmente porque a pergunta focal exigia, de certa forma, a articulação destes dois domínios. Cabe salientar que uma parte das proposições construídas não apresentou, como termo de ligação, verbos ou quando o apresentou, não estava flexionado, a exemplo da proposição “reações químicas – presente nas – dietas”, no mapa da Figura 2, prejudicando a análise da sua clareza semântica (Aguiar & Correia, 2013). Contudo, a análise dos mapas apresentados visou avaliar o domínio cognitivo e não a técnica de construção dos mapas conceituais, embora tenhamos total ciência da importância da clareza das proposições para o avanço de uma análise mais assertiva.

Analisando o mapa da Figura 2 é pertinente reconhecer como o estudante “A” consegue articular os domínios dietas e isomeria, que tradicionalmente não parece ter uma ligação clara, a partir do conceito “aminoácido”. Cabe salientar que as proteínas foram utilizadas como um dos contextos para o ensino de isomeria, trabalhado no bimestre anterior ao da intervenção apresentada neste estudo. Essa articulação peculiar permite justificar a utilidade dos mapas enquanto ferramentas potencialmente significativas (Moreira, 2005), por representar esquematicamente o conhecimento, facilitando o pensamento sistêmico na estrutura cognitiva do estudante (Novak & Canãs, 2010).

Adicionalmente, a articulação entre os domínios dietas e isomeria demonstra também a capacidade do estudante “A” de ressignificar o conhecimento sobre as dietas, aplicando-o em outro domínio, neste caso, ao assunto de isomeria. Provavelmente sem o auxílio de uma atividade pedagógica que propicie um ambiente que permita a reflexão sobre os conhecimentos construídos, o estudante não fosse capaz de relacionar tais domínios de forma tão lógica. Esse processo é um indicativo do olhar crítico do estudante ao flexibilizar o conhecimento que foi aprendido e em domínios distintos. Na mesma direção, o mapa da Figura 3, que foi construído pelo estudante “B”, apresenta relações entre os macronutrientes presente no domínio das dietas com o domínio da isomeria, demonstrando quão eficiente são as estratégias pedagógicas que visem a contextualização.

Comparando os mapas das Figuras 2 e 3 é possível verificar o quanto as atividades realizadas através da Flexquest estão relacionadas aos conceitos e proposições apresentadas, no que se refere aos tipos de dietas e sua caracterização, além dos processos biológicos inerentes às mesmas. A articulação do domínio das dietas aos domínios das reações orgânicas e isomeria, como ilustrado nos mapas, demonstram não só o potencial do uso da estratégia Flexquest no âmbito educacional através do multidirecionamento do conhecimento, mas consolida o seu uso para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa Crítica conforme já discutia Oliveira, Silva e Aquino (2017).

Currículo & Docência | Vol. 03 | Nº. 03 | Ano 2021 |
p. 104

Do mesmo modo que o mapa apresentado na Figura 2, o mapa mostrado na Figura 3 também apresenta algumas incoerências de clareza semântica, um exemplo é a proposição “reação – de – eliminação”. Quando o temo de ligação não é um verbo, temos dificuldade de compreender as reais relações conceituais que o mapeador construiu na sua estrutura cognitiva (Aguiar & Correia, 2013).

No mapa da Figura 3 também percebemos que o estudante relaciona o conceito de aminoácido (presente nas proteínas) a conceitos de isomeria, reforçando quão eficiente são as aulas ministradas de maneira contextualizada. Além disso, o estudante consegue articular com conceitos de isomeria, conceitos relacionados com um tipo de reação orgânica (substituição). Tais relações reforça a importância do prévio como uma peça fundamental no processo de aprendizagem, já que se torna mais fácil aprender e relacionar a partir do que já se sabe (MOREIRA, 2010).

Cabe salientar que os mapas conceituais foram produzidos individualmente, mas antes da sua produção os grupos discutiram sobre a pergunta focal. Contudo, é importante destacar que as conexões atribuídas a cada domínio (dietas, isomeria e reações orgânicas) guardam as conexões inerentes a estrutura cognitiva de cada estudante. Este fato nos remete aos princípios da ASC (Tabela 1) do aprendiz como preceptor, da interação social e do questionamento, que parecem ter sido intrinsecamente mobilizados durante toda a sequência didática e que de alguma forma impactou a produção dos mapas conceituais. Isso porque foi nas discussões em grupo que os estudantes A e B parecem ter encontrado caminhos lógicos para responder à pergunta focal. Entretanto, para que isso aconteça é necessária a percepção crítica do estudante para relacionar as similaridade e diferenças que ligam tais domínios, o que caracteriza, para nós, a flexibilização do conhecimento em níveis avançados.

A riqueza da especificação de cada domínio e suas relações foram identificadas em todos os mapas conceituais construídos, umas em maior nível outras e menor. Contudo, este resultado nos mostra o quanto os estudantes adquiriram a capacidade de construir e reconstruir os seus conhecimentos prévios a ponto de reestruturá-los de diversas maneiras, dando uma resposta adaptável à pergunta focal. Além disso, o desenvolvimento de um conhecimento flexível pode se desdobrar às exigências situacionais, que por ventura eles venham a se deparar no cotidiano, por exemplo. Tal constatação parece estar de acordo com as discussões de Aleixo e colaboradores (2008) quando descreviam as potencialidades da TFC no ensino de química.

Ademais, considerando cada domínio apresentado no mapa como um contexto para o conhecimento relacionado aos macronutrientes. Nessa direção, testemunhamos o quanto os estudantes foram desafiados em construir relações sobre as “dietas da moda” a partir de diversas perspectivas (social, econômica, bioquímica, etc) e puderam reestruturar seu próprio

conhecimento durante a produção dos seus mapas conceituais. Estes são fortes indícios de que a construção de mapas conceituais também favorece a flexibilização do conhecimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Flexquest se configurou como uma estratégia de ensino potencialmente significativa que, dependendo do planejamento docente, permite um forte alinhamento entre os pressupostos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (que é inerente à estratégia) e a Aprendizagem Significativa Crítica. Ao realizar as questões, processos e transferência, que são elementos da Flexquest, criou-se um ambiente em que o estudante passou a ocupar o centro do seu processo de ensino-aprendizagem. Neste cenário, foi exigido dos estudantes reflexão e criticidade na curadoria das informações e que foram progressivamente se adaptando aos conhecimentos adquiridos em contextos de maior significado para ele.

Do mesmo modo, os mapas conceituais favoreceram o processo de sistematização do conhecimento, permitiu a ressignificação do saber e a postura crítica para procurar similaridades e diferenças entre os conceitos, no nosso caso os macronutrientes, pertencentes a domínios distintos. Nesta perspectiva é que encontramos um ponto de encontro entre a Teoria da Flexibilidade Cognitiva e a Aprendizagem Significativa Crítica diante das potencialidades da produção de mapas conceituais que possibilite o olhar ampliado do estudante aos fenômenos que estão ligados a contextos diferentes (ou domínios). Contextos estes que não estão explícitos, mas que permite o posicionamento crítico do estudante diante das relações estabelecidas entre eles na construção do seu mapa conceitual. Nesta direção, a análise dos mapas conceituais produzidos após uma intervenção pedagógica que envolveu o ensino das reações orgânicas através do uso de uma Flexquest sobre dietas abre um fecundo campo de estudo para a utilização do mapeamento conceitual como uma forma de avaliar a promoção da flexibilidade cognitiva em todas as áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, J. G. de. & Correia, P. R. M. (2013). Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), pp. 141-157.
- Aquino, K. A. S. & Chiaro, S. (2013). Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. *Ciências & Cognição*, 18(2), pp. 158-171.
- Aleixo, A. A., Leão, M. B. C. & Souza, F. N. De (2008, jul/dez). FlexQuest: potencializando a WebQuest no Ensino de Química. *R. Faced*, Salvador, (14), pp. 119-133.
- Ausubel, D. P (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.

- Binsfeld, S. C., Auth, M. A. & Macedo, A. P. (2013). A Química Orgânica no Ensino Médio: evidências e orientações. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC*. Águas de Lindóia, São Paulo, Brasil, 9.
- BRASIL (2002). Ministério da Educação (MEC) - Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- Carvalho, A. A. A. (2011). A Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o Modelo Múltiplas Perspectivas. In: Leão, M. B. C (org). *Tecnologias na Educação: uma abordagem crítica para a atuação prática*. Recife: Editora Universitária da UFRPE, pp. 17-42.
- Delors, J. (1998). *Educação: um tesouro a descobrir*. 3ª edição. São Paulo: Cortez, Brasília-DF: MEC-UNESCO.
- Leão, M. B. C., Souza, F. N de & Moreira, A (2011). FlexQuest: literacia da informação e flexibilidade cognitiva. *Indagatio Didactica*, 3(3), pp. 108-125.
- Mariano, A. (2008). O ensino de reações orgânicas usando química computacional: I. Reações de adição eletrofílica a alquenos. *Química Nova*. 31(5), pp. 1243-1249.
- Moreira, M. A. (2005). Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. *Adaptado de Revista Chilena de Educação Científica*, pp. 38-44.
- Moreira, M. A. (2010). Aprendizagem Significativa Crítica. Versão traduzida e revisada. Madrid: *Boletín de Estudios e Investigación*. 2. ed. 6, 2, pp. 1-26.
- Novak, J. D. & Canãs, A. J (2010). A Teoria Subjacente aos Mapas Conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, 5(1), pp. 9-29.
- Oliveira, J. A. B. de., Silva, C. J. da & Aquino, K. A. S (2017). 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*, 3(1), pp. 35-51.
- Pazinato, M.S., Braibante, H. T. S., Braibante, M. E. F., Trevisan, M. C. & Silva, G. S. (2012). Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas. *Química Nova na Escola*, 34(1), pp. 21-25.
- Ramos, P. S. & Aquino, K. A. S. (2015) 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*, 1, pp. 240-249.
- Santos, I. G. de S. (2016). *FLEXQUEST: Uma plataforma Web 2.0 para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares visando a promoção de flexibilidade cognitiva*. (Tese de Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.
- Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J. & Anderson, D. K. (1988). Cognitive flexibility: Advanced knowledge acquisition ill-structured domains. *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society Proceedings*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, chapter 22, pp. 544-557.

- Vasconcelos, F. C. G. C. (2016). Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia Flexquest sobre radioatividade. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), pp. 37-58.
- Vidmar, M. P. & Sauerwein, S. P. I. (2021, abril). Flexibilidade Cognitiva no Ensino de Ciências: Uma Revisão Bibliográfica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 38(1), pp. 139-173.
- Zanon, D. A. V., Guerreiro, M. A. S. & Oliveira, R. C. (2008) Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciência & Cognição*, 13, pp.72-81.