

AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM QUÍMICA ATRAVÉS DO DIAGRAMA VÊ DE GOWIN

Meaningful Learning Evaluation on Chemistry by Gowin V Diagram

Ticiane Fernandes Dias [ticianeeu@gmail.com]

Universidade Federal do Amapá

Aldeni Melo de Oliveira [aldeni-melo@hotmail.com]

Andréia Aparecida Guimarães Strohschoen [aaguim@univates.br]

Centro Universitário Univates

Willian Carvalho Frazão [willianfrazão@gmail.com]

Aline Monteiro dos Santos [likadore@hotmail.com]

Governo do Estado do Amapá

Alex Bruno Lobato Rodrigues [alex.rodrigues@unifap.br]

Universidade Federal do Amapá

Recebido em: 25/01/2018

Aceito em: 04/09/2018

RESUMO

O objetivo é avaliar através de uma adaptação dos domínios do diagrama epistemológico “Vê de Gowin” a aprendizagem significativa de alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Macapá-AP. Um questionário foi aplicado a 16 alunos a fim de identificar suas concepções prévias sobre o tema proteínas. Essas informações orientaram a formulação de uma intervenção pedagógica com proposta baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Ao final da intervenção, foi realizado um experimento de identificação de Proteínas através da reação de Biureto usando materiais alternativos, seguido do questionário de avaliação da aprendizagem significativa adaptado do “Vê de Gowin”, e um questionário pós-intervenção. Os resultados demonstraram que os alunos alcançaram um rendimento de 74%, com um p-valor de 0.0007, e foram capazes de construir em suas respostas diálogos interdisciplinares e contextualizados, contribuindo na melhoria da aprendizagem em Química.

Palavras-Chave: Materiais Alternativos. Experimentação. Ensino de Química.

Abstract

The objective is to evaluate through an adaptation of the domains of the epistemological V diagram, the meaningful learning of junior students from a public high school in Macapá-AP. A questionnaire was applied to 16 students in order to identify their previous conceptions on proteins. This information led to the formulation of a pedagogical intervention with a proposal based on Meaningful Learning Theory. At the end of the pedagogical intervention, an experiment was carried out to identify proteins through Biureto reaction using alternative materials, and followed by a questionnaire adapted from the V diagram of Gowin of meaningful learning and another one as a post-activity. The results showed that the students achieved a 74% yield, with a p-value of 0.0001, and were able to build within their responses interdisciplinary and contextualized dialogues, contributing for the improvement of the student learning in Chemistry.

Keywords: Alternative Materials. Experimentation. Chemistry teaching.

Introdução

Estudos objetivando analisar a aprendizagem no ensino de química no Amapá demonstrou que as dificuldades não são diferentes de outras regiões do Brasil ou do mundo: a concepção contínua e estática da matéria, a indiferenciação entre mudanças química e física, atribuição de propriedades macroscópicas a átomos e moléculas, e dificuldade de interpretar resultados são alguns exemplos encontrados. (Pozo & Gómez Crespo, 2009; Rodrigues et al., 2014; Costa, Vidal & Santos, 2016).

Essas dificuldades de aprendizagem são evidenciadas quando se compara o rendimento dos alunos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). No ano de 2015, a pontuação média dos alunos da rede estadual de ensino foi equivalente a 443.14 na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2016). O fraco desempenho demonstra a necessidade de uma educação em ciências, especificadamente em química, efetivamente significativa diretamente relacionada com as necessidades locais da comunidade escolar e, ao mesmo tempo, conectada com o contexto e as perspectivas mundiais de investigação em Educação Química.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma abordagem pedagógica que possibilita adquirir e armazenar uma vasta quantidade de ideias e informações em qualquer campo do conhecimento. Permite que o significado lógico do material de aprendizagem se transforme em significado psicológico para o sujeito, a fim de promover uma aprendizagem com entendimento, acompanhada de aquisição e retenção de estruturas estáveis e organizadas (Moreira, 2016).

A essência da aprendizagem significativa está na relação não-arbitrária e substantiva do conhecimento potencialmente significativo, exigindo algum conceito ou proposição para interagir com a nova informação. A não-arbitrariedade indica que o novo conhecimento deverá se relacionar com os conhecimentos relevantes, chamados de subsunçores. A substantividade significa que a incorporação na estrutura cognitiva é a essência do novo. Portanto, a aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular (Guimarães, 2009).

Bachelard (1976) nega a existência de ideias simples. Segundo o autor, as ideias simples devem ser inseridas em um sistema complexo de pensamento e experiências para serem compreendidas e revisadas, e a experiência científica deve contradizer a experiência orientada pelo senso comum. A contradição não está relacionada com o sentido de negação, mas sim com a conciliação com o objetivo para modificar, alertar e desafiar a construção de um pensamento científico avançado (Fonseca, 2008). O que Bachelard conceitua como obstáculo pedagógico vai ao encontro de Ausubel nos aspectos relevantes dos subsunçores que são os ancoradores prévios utilizados para construção do novo conhecimento (Araya, Silva & Lino, 2012). Nesse sentido, conhecer o obstáculo epistemológico bachelardiano ou os subsunçores ausubeliano diante de uma ação pedagógica é elemento imprescindível para o processo de ensino e aprendizagem.

Na aprendizagem significativa há a interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. Desse modo, o ato de conhecer implica em transformação do objeto, em retificação das ideias, em construção de fenômenos. De outra forma, implica em um refazer-se constante e ininterrupto do sujeito, afastando os obstáculos e ilusões primeiras para alcançar a objetividade (Moreira, 2010).

Para que as experiências educacionais se transformem em significado psicológico na avaliação da aprendizagem significativa, é necessária a interação entre o sistema conceitual e o método, diminuindo a distância e a ausência de conexões entre o que deve ser aprendido e o que já se sabe através do compartilhamento de significados. Para superar essas dificuldades Bob Gowin propôs, na década de 1970, o Diagrama “Vê”, conhecido como “Vê de Gowin” (Moreira, Caballero & Rodríguez, 2006).

O Diagrama Vê é um dispositivo heurístico desenvolvido para análise do processo de produção do conhecimento, muito utilizado para planificar, construir e divulgar o conhecimento com resultante da atuação entre dois domínios – teórico-conceitual e metodológico – para responder a uma questão que é formulada a respeito de um evento ou objeto de estudo, sobre os quais convergem os domínios e pode ser aplicado a qualquer instância de ensino, aprendizagem ou avaliação que envolva produção e documentação de conhecimento. Caracteriza-se por ajudar a compartilhar significado entre aprendiz e educador na construção da realidade, auxiliando a desvelar o conhecimento como resultado da produção humana (Moreira, 2006; Lebeouf & Batista, 2013).

O Diagrama Vê se orienta em 05 questões principais: Quais as questões-foco? Quais os conceitos-chave? Quais os métodos usados para responder as questões-foco? Quais as asserções de valor? E quais as asserções de conhecimento? A construção do Diagrama Vê pode representar uma dificuldade para alunos do ensino médio pela incompreensão de alguns dos seus elementos ou a in experiência com a pesquisa científica, haja vista que em sua maioria as aulas são excessivamente expositivas (Moreira, 2006). Contudo, Mendonça, Cordeiro & Kill (2014) mostraram que o Diagrama Vê representa uma ferramenta flexível e que algumas alterações podem ser realizadas de modo a adequá-lo ao objetivo pretendido: potencializar sua ação educacional em relação à aprendizagem significativa.

O ensino de química tem se pautado no paradigma cartesiano-newtoniano, favorecido o materialismo, o racionalismo e uma visão fragmentada do mundo e das ciências. A formação em química na educação básica não proporciona aos alunos o desenvolvimento de habilidades como autonomia, visão crítica, interdisciplinaridade, contextualização e desenvolvimento cognitivo que viabilize as capacidades mentais (Souza, Gonçalves & Sousa, 2012). Desse modo, surge a seguinte problemática: uma abordagem pedagógica da teoria da aprendizagem significativa melhora a aprendizagem de alunos do 3º ano do ensino médio na temática proteína?

No Brasil, o documento norteador que estabelece diretrizes para formatação dos currículos e seus conteúdos mínimos são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que tem como objetivo assegurar a educação básica comum. De acordo com os PCN para a educação em química, o conteúdo relacionado às proteínas é abordado no 3º ano do Ensino Médio durante a etapa final da educação básica (Brasil, 2000).

Para Correia et al. (2004), a Química e a Biologia apresentam um nicho interdisciplinar explícito que pode ser estabelecido em sala de aula, apesar disso, sabe-se que as discussões bioquímicas no ensino médio ocorrem superficialmente, não revelando o caráter dialógico entre as áreas que as compõem. As proteínas têm se mostrado como um vasto campo para o estudo da química orgânica, principalmente pela possibilidade de construir diálogos interdisciplinares com as suas funções em sistemas biológicos.

Para exemplificar com algumas proteínas, a queratina protege o organismo e confere resistência a pelos, cascos ou a camada externa da pele; o colágeno é outra proteína estrutural que compõe os ossos, músculos e tendões; veneno de cobra e toxina de planta são exemplos de proteínas utilizadas para defesa; as proteínas de coagulação do sangue protegem o sistema vascular quando é lesado e os anticorpos e antibióticos protegem contra doenças. Um grupo de proteínas chamadas enzimas catalisa as reações químicas que ocorrem em sistemas vivos e alguns dos hormônios que regulam essas reações são peptídeos. Proteínas também são responsáveis pelo transporte e armazenamento de oxigênio no corpo e na contração dos músculos (Bruce, 2008).

A preocupação com a aprendizagem em proteínas de maneira interdisciplinar, contextualizada e usando experimentação com materiais alternativos tem sido objeto de estudo de diversos autores. Schörbon & Anderson (2006) estudaram a natureza e a importância da visualização das proteínas para o ensino de bioquímica e apontando diretrizes para a literacia visual

que compreende a capacidade de ler, escrever representações externas, pensar, aprender e se expressar em termos de imagens dos processos bioquímicos. Möller & Danicola (2002) propuseram através de um experimento simples e de baixo custo uma aula prática para identificação de triptofano por extinção de fluorescência. No Brasil, Bemquerer et al. (2012) utilizaram práticas em nanobiotecnologia para discutir os princípios da bioquímica com alunos de nível superior de ensino.

Considerando as dificuldades de elaboração do “Vê de Gowin” e a necessidade de utilizá-lo com alunos do ensino médio para aferir a aprendizagem significativa, o estudo propõe sua adaptação com perguntas previamente elaboradas para orientar sua construção e promover um avanço epistemológico de modo que cada pergunta foi concebida para satisfazer seus domínios.

Material e Métodos

Caracterização da Pesquisa.

O estudo trata-se de uma pesquisa-ação ao promover o conhecimento da consciência e a capacidade de iniciativa transformadora do grupo de alunos selecionado, buscando superar o distanciamento entre o conhecimento e a realidade social e realizando a prática do conhecer para atuar na sociedade (Goveia, 1971).

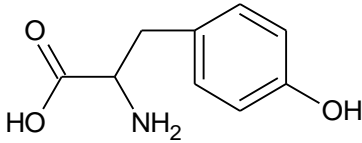
O local do estudo foi o Colégio Amapaense, uma escola pública de educação básica localizada no bairro central do município de Macapá-AP-Brasil. A escola oferta o Ensino Médio na modalidade regular e atende 1108 alunos de todas as regiões da cidade, distribuídos nos turnos manhã, tarde e noite. Dessa escola, foi selecionada uma turma com 16 alunos que cursavam o 3º ano de Ensino Médio para participarem do estudo. Alunos e pais foram esclarecidos sobre o objetivo da pesquisa e receberam instruções sobre os procedimentos metodológicos antes da anuência através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Levantamento do Conhecimento Prévio dos Alunos

A intervenção pedagógica ocorreu em 08 horas/aulas, com tempo de 50 minutos para cada hora/aula em 04 semanas. Nas duas primeiras horas/aula foi aplicado ao grupo um Questionário de Aferência Primária (QAP) contendo 03 questões, das quais duas eram de natureza aberta e uma fechada. As questões foram elaboradas correlacionando a química ao cotidiano e privilegiando o entrelaçamento com outras disciplinas como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Questões, objetivo, respostas esperadas e pontuação sugerida no QAP aplicados a alunos do 3º ano do ensino médio.

Questão	Objetivo	Pontuação Sugerida
Cite 05 alimentos ricos em proteínas.	Obter dados sobre o conhecimento prévio dos alunos referente ao tema Proteínas de modo	1.0 ponto Distribuídos (singular)de acordo com a quantidade de item citado com acréscimo de 20% da pontuação total a cada

	contextualizado.	acerto
Em relação aos seus conhecimentos sobre proteínas, marque F ou V nas proposições abaixo:		
() As proteínas apresentam sempre caráter ácido;	Obter dados sobre as representações químicas, seus conceitos e códigos aplicados.	1.0 ponto distribuído de acordo com os itens corretamente respondido, acrescentando 25% da pontuação total a cada acerto.
() São polímeros de elevada massa molecular;		
() Contém apenas átomos de C, O, N e H?		
() A proteína que compõe o cabelo é a miosina		
A tirosina representa cerca de 3% dos aminoácidos das proteínas do nosso organismo, identifique os grupos funcionais presentes no composto representado abaixo:	Obter dados sobre as representações químicas, seus conceitos e códigos inerentes à aplicação dos grupos de compostos orgânicos no tema abordado.	1.0 ponto proporcional a quantidade de funções orgânicas corretamente identificadas, com acréscimo de 33% da pontuação total por acerto.
		

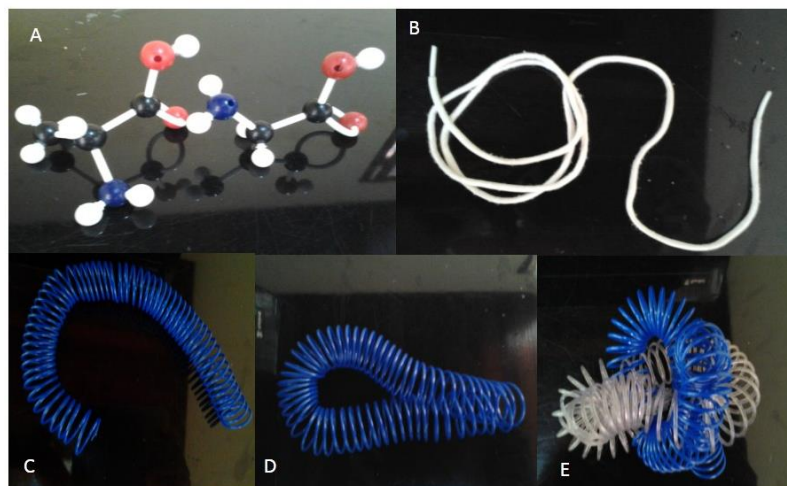
Elaboração do Seminário

Os dados coletados no QAP subsidiaram o planejamento de um seminário intitulado “Proteína: Química para a vida” abordando os conceitos, códigos e teorias com enfoque interdisciplinar e contextualizado que teve duração de 02 horas/aula.

No início do seminário foi utilizado o vídeo “É tempo de Química: alimentos, peptídeos e proteínas” (que pode ser encontrado no sítio https://youtu.be/qac_eqea-9w), para demonstrar a ocorrência de proteínas em alimentos amplamente utilizados no cotidiano e sua importância para manter uma vida equilibrada e saudável.

As estruturas moleculares de diferentes aminoácidos foram feitas utilizando o recurso didático Atomlig 77 Educação, e as estruturas unidimensional, bidimensional e tridimensional das proteínas foram representadas com auxílio de cadarços de sapatos e arames de caderno em espiral, como mostra a figura 01:

Figura 1 - (A) representação molecular de aminoácidos e estruturas (B) primária, (C) secundária, (D) terciária e (E) quaternária das proteínas.



Atividade Experimental de Identificação de Proteínas Usando Materiais Alternativos

Ao término do seminário, foi proposta uma atividade experimental de identificação de proteínas, realizada através da reação de Biureto, utilizando materiais alternativos em sala de aula de acordo com a metodologia de Hess (1997).

Cerca de 3 colheres de chá de sulfato de cobre (CuSO_4) foram postas em um copo com 60 mL de água (H_2O), a solução foi agitada até a completa dissolução do sal e reservada. Em seguida, uma colher de chá de soda cáustica (NaOH) foi adicionada em um recipiente com 30 mL de água. Posteriormente, colocou-se 10 mL de leite em copos transparentes. Por fim, 03 gotas da solução de CuSO_4 foram adicionadas no recipiente que continha leite, seguido de 2,5 mL da solução de NaOH , o sistema foi agitado até observar-se a mudança de coloração para azul intenso.

O mesmo procedimento foi feito para clara de ovos, suco de soja, suplemento para alimentação de atletas e óleo de girassol, alimentos sugeridos pelos alunos para a avaliação qualitativa da presença de proteínas.

Avaliação da Aprendizagem Significativa Através de Vê de Gowin Adaptado

A avaliação qualitativa da aprendizagem significativa foi desenvolvida através da adaptação do instrumento heurístico de metacognição Vê de Gowin. As questões elaboradas foram desenvolvidas de acordo com a natureza conceitual (pensar) e metodológica (agir) para a aula experimental de identificação de proteínas. Para auxiliar na confecção do diagrama, foi criado um questionário orientador que compreendia cada domínio de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Questões adaptadas do Vê de Gowin e seus domínios para avaliação da aprendizagem significativa em Proteínas.

	Questionamento	Domínio
Questão 01	Qual a importância do consumo de alimentos saudáveis para garantir qualidade de vida?	FILOSÓFICO: Propor uma visão de mundo e as crenças gerais sobre a natureza do conhecimento implícito em sua produção.
Questão 02	O que são proteínas?	TEORIA: Observar o conjunto organizado de princípios e conceitos que guiam a produção de conhecimento, explicitando o porquê as Proteínas se exibem como são observadas.
Questão 03	Como são formadas as proteínas?	PRINCÍPIOS: Enunciado de relação entre conceitos que guiam e explicam a ação educativa; como se pode esperar que as proteínas se comportem?
Questão 04	Cite palavras-chave que resumam o conteúdo estudado.	CONCEITO: Regularidades percebidas no tema Proteínas

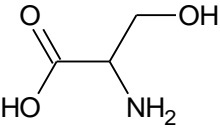
		indicadas por um rótulo.
Questão 05	Quais alimentos ricos em proteínas você tem contato na sua alimentação diária e qual a importância para seu organismo?	ASSERÇÕES DE VALOR E CONHECIMENTO: Enunciados baseados nas asserções de conhecimento que declaram o valor, a importância do conhecimento produzido em sala de aula.
Questão 06	Quais os resultados observados na aula experimental?	REGISTRO: Observações feitas e registradas da aula experimental de identificação de proteínas pelo teste de Biureto.
Questão 07	Explique porque ocorreu a variação de coloração no experimento.	TRANSFORMAÇÃO: Organização e interpretação cognitiva dos registros feitos na aula experimental de identificação de Proteínas.

Questionário de Avaliação Final

Nas últimas 02 horas/aulas foi aplicado o Questionário de Avaliação Final (QAF), elaborado para manter características semelhantes ao QAP quanto ao número de questões, interdisciplinaridade e contextualização e dificuldade conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Questões, objetivo, respostas esperadas e pontuação sugerida no QAF aplicados a aluno do 3º ano do ensino médio.

Assertiva	Objetivo da Pergunta	Pontuação Sugerida
<p>Uma alimentação escassa de proteínas compromete o desenvolvimento saudável do ser humano, ocasionando desnutrição e até o comprometimento do sistema nervoso central. Visando desenvolver o hábito de alimentação saudável, indique 05 alimentos ricos em proteínas.</p>	<p>Mensurar o conhecimento socialmente construído relacionado à temática proposta, no que concerne uma alimentação saudável.</p>	<p>1.0 ponto proporcional à quantidade de itens citados, com acréscimo de 20% da pontuação total a cada acerto.</p>
<p>Em relação aos seus conhecimentos sobre proteínas, marque F ou V nas proposições abaixo:</p> <p>() As proteínas apresentam caráter anfótero;</p> <p>() As proteínas são macromoléculas resultantes da condensação de aminoácidos através de ligação iônica;</p> <p>() A reação de adição que forma as proteínas se dá através da ligação do grupo ácido (-COOH) e do grupo</p>	<p>Mensurar o conhecimento socialmente construído sobre as representações químicas, seus conceitos e códigos aplicados no tema Proteínas, contextualizado com Biologia.</p>	<p>1.0 ponto proporcional à quantidade de itens corretamente respondidos, com acréscimo de 25% da pontuação total a cada acerto.</p>

<p>básico (-NH₂), entre aminoácidos;</p> <p>() Insulina é uma proteína que regula o teor de frutose no sangue.</p>		
<p>A serina é um importante aminoácido não essencial que atua no organismo na produção de energia na célula, ajuda na memória e funções do sistema nervoso e melhora o sistema imunológico produzindo imunoglobulina e anticorpo. De acordo com a figura abaixo, identifique as funções orgânicas presentes:</p> 	<p>Mensurar o conhecimento socialmente construído através das representações químicas, seus conceitos e códigos inerentes à aplicação dos grupos orgânicos no tema Proteínas.</p>	<p>1.0 ponto proporcional à quantidade de funções corretamente identificadas, com acréscimo de 33% da pontuação total por cada acerto.</p>

Análise dos Dados Coletados

A análise estatística ocupa um papel fundamental oferecendo vários recursos matemáticos que facilitam a realização do trabalho pedagógico para tanto, foi utilizado o teste paramétrico T de Student para avaliar a diferença das médias entre o QAP e o QAF em um nível probabilístico de decisão α igual 0.05. Assim como Anova um critério, com pós-teste T, para avaliar individualmente cada questionário. O tratamento estatístico foi realizado com auxílio do software SPSS [version 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA].

Resultados e Discussões

Análise dos Domínios do Vê de Gowin

A questão-foco levantada no experimento de identificação de proteínas com materiais alternativos era: como ocorre a identificação de proteínas com a reação de Biureto? A partir da

interação entre o saber, que representa a parte conceitual, e o fazer, que representa a parte metodológica do diagrama Vê de Gowin, se esperava que o conhecimento fosse construído socialmente para desenvolver modelos mentais que respondessem ao fenômeno.

Nas respostas relativas ao domínio filosófico do Vê de Gowin, observou-se uma relação frequente entre boa alimentação com a prevenção de doenças e manutenção de uma vida saudável como demonstra o discurso do aluno P destacado na figura abaixo:

Figura 2 - Resposta do domínio filosófico de P

A importância e altíssima pois o fato de ~~comer~~
e comer bem ter uma alimentação saudável
sua e prolongar a qualidade de vida também
evita muitas doenças como hipertensão, anemia e gastrite.

Esses conceitos preexistentes como alimentação saudável, qualidade de vida e prevenção de doenças são relevantes para ancorarem novas ideias e proposições sobre proteínas para serem aprendidos e retidos significativamente na estrutura cognitiva do indivíduo (Delgado & Mendoza, 2012).

Para o domínio teórico, 81,25% responderam como C na figura seguinte. O percentual restante demonstrou uma confusão em termos de conceitos entre proteínas e aminoácidos. Contudo, o respondido não pode ser descartado como conhecimento sem valor, necessitando apenas uma reorganização conceitual.

Figura 3 - Resposta do domínio teórico de C.

São compostos orgânicos de alto peso molecular
e são formados pelo encadeamento de
aminoácidos.

Como nos orienta a epistemologia de Bachelard, nenhuma ideia trás de imediato a marca de sua objetividade, ou seja, o conhecimento não parte de uma certeza primeira, mas sempre por um diálogo, pela troca de argumentos, pela negação e ratificação do saber anterior, para alcançar novas verdades (Barbosa & Bulcão, 2004). Dentro da aprendizagem significativa crítica proposta por Moreira, o erro é entendido como algo natural no processo de aprendizagem e poderá ser usado criticamente para superá-lo (Mendonça, Cordiero & Kill, 2014).

Em relação ao domínio dos princípios, o aluno I mostrou em sua resposta que os aminoácidos são as unidades estruturais das proteínas, enquanto que o aluno M foi mais específico, evidenciado a natureza básica do grupo amina de acordo com a teoria de Bronsted-Lowry e a natureza ácida do grupo carboxílico na formação da ligação peptídica, como demonstra a figura seguinte:

Figura 4 - Resposta do domínio dos princípios de I e M, respectivamente.

As proteínas são formadas a partir da
união de muitos aminoácidos.

As proteínas são formadas por uma ligação peptídica que é a junção da base amina e o ácido carboxílico.

Pellizari et al. (2002) afirmam que a complexidade da estrutura cognitiva depende muito mais das relações que os conceitos estabelecem entre si do que do número de conceitos presentes. Desse modo, é possível perceber na resposta do aluno I uma organização cognitiva interna de menor complexidade quando comparada com o aluno M, e essa diferença de complexidade demonstra a forma com a qual a estrutura cognitiva é compreendida em seu nível de hierarquização, abstração e de generalização que se apresenta mais amadurecida no aluno M do que no aluno I. De acordo com os autores, a especificação evidenciada entre os alunos caracteriza assimilação significativa de conceitos na aprendizagem escolar.

Ainda analisando o mesmo domínio, o aluno G afirmou:

Figura 5 - Resposta do domínio dos princípios de G.

As proteínas são formadas através das ligações peptídicas que unem o grupo amina e o ácido carboxílico + formam os aminoácidos que são a base da proteína.

Observou-se uma confusão entre aminoácidos e proteínas na resposta do aluno G, processo explicado como assimilação obliteradora, de modo que, mesmo aprendendo o conceito, na aprendizagem de outras novas definições e no domínio de situações problemáticas, ele acabará esquecendo a ponto de não ser capaz de recuperar imediatamente seu significado. Esta é uma diferença marcante entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, na primeira a retenção é maior e a reaprendizagem é possível e relativamente fácil, na segunda há pouca retenção e o esquecimento é total (Moreira, 2014).

No domínio dos conceitos, 100% dos alunos citaram as palavras proteína, aminoácido e alimentação saudável. Desses 100%, 75% complementaram com ligações peptídicas, amino e ácido carboxílico, e 6,25% fizeram correspondência a estruturas primária, secundária, terciária e quaternária das proteínas. A frequência dos conceitos indicados se dá em função da razão da evolução epistemológica ser clara e constante e caminhar no sentido de uma coerência racional, demonstrando as propriedades conhecidas e amadurecendo no pensamento científico mais evidente em uns alunos que em outros (Bachelard, 1976).

Os domínios da asserção de valor e de conhecimento foram agrupados em uma mesma questão, dos quais 100% dos alunos responderam ovo, carne e derivados de leite como alimentos protéicos consumidos no cotidiano, esclarecendo que possuíam um conhecimento prévio. Porém, apenas 56,25% conseguiram identificar mais de 4 variedades desses alimentos. Entre as respostas obtidas, o aluno G citou:

Figura 6 - Resposta do domínio de asserção de valor de G.

No minha alimentação diária tenho contada de alimentos em proteínas como o feijão, o leite, ovo e carne. Tem a importância de parte tipo - hormônios como a insulina, e proteínas essenciais que não produzimos e formam diversas partes do nosso corpo e organismo.

No seu discurso, o G citou alimentos do seu cotidiano e fez uma relação do consumo desses com a síntese da insulina, evidenciando os resultados mais importantes encontrados durante a mediação pedagógica e sua significância dentro do processo de produção de conhecimento com uma perspectiva interdisciplinar (Ferracioli, 2005). A interação entre o conhecimento novo e as proposições iniciais provocam modificações tanto do significado da nova informação quanto do conceito, ampliando a aprendizagem significativa (Delgado & Medonza, 2012).

Os domínios de transformação e registros centraram-se na mudança de coloração observada pelos alunos durante o experimento e sua consequente explicação através da complexação do íon Cu^{2+} . A análise das respostas constatou que 62,50% dos alunos foram superficiais em suas contribuições como no discurso do aluno A:

Figura 7 - Resposta do domínio de transformações e registros de A.

Porque o cobre se liga a proteína

As respostas mais elaboradas corresponderam a 25% e foram semelhantes a J como demonstra a figura abaixo:

Figura 8 - Resposta do domínio de asserção de valor de J.

Porque as proteínas tem ligações Peptídicas e quando ~~o~~ o cobre se encontra com as proteínas ele fica junto e acaba gerando uma nova coloração

Como é possível perceber, J não faz uso de termos como reação ou complexação para expressar a interpretação cognitiva dos registros feitos na atividade experimental, contudo, indica a evidência da substantividade como característica marcante da aprendizagem significativa quando elabora um modelo mental que explica a mudança de coloração da solução, pois conseguiu internalizar o significado propriamente dito da nova informação e não as palavras exatas que geralmente são usadas para expressá-la. Para Praia (2000), a aprendizagem significativa não está condicionada ao uso exclusivo de determinados signos ou representações particulares, podendo o novo conceito ser expresso através de uma linguagem diferente sem reverter seu significado.

Análise Estatística do QAP e do QAF

Na tabela 5 são apresentadas as médias aritméticas e desvio das pontuações obtidos pelos alunos por questão entre QAP e QAF em que é demonstrado um aumento no rendimento equivalente a 24,4% da Questão 01, 8,3% para a Questão 02 e 76,66% para a Questão 03 quando comparado entre o início e o final da intervenção pedagógica.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos escores obtidos pelos alunos em cada questão do QAP e do QAF.

	QAP	QAF
Questão 01	0.78 ± 0.29 ^a	0.97 ± 0.06 ^a
Questão 02	0.60 ± 0.27 ^a	0.65 ± 0.25 ^b
Questão 03	0.14 ± 0.34 ^b	0.60 ± 0.34 ^b

Na vertical, colunas com as mesmas letras não apresentam diferenças significativas para Anova ($p > 0.05$).

Por fim, com o objetivo de avaliar estatisticamente se a metodologia de intervenção pedagógica baseada na TAS promoveu melhorias na aprendizagem de proteínas para a amostragem de alunos selecionada, foi aplicado o teste de hipótese T de Student para comparar o rendimento entre o questionário de avaliação primária (QAP) e o questionário de avaliação final (QAF). O teste é utilizado quando são realizadas duas medidas na mesma unidade amostral onde a unidade é seu próprio controle para determinar quantitativamente o nível da aprendizagem antes e depois da intervenção pedagógica (Rosner, 1995).

Como hipótese de nulidade, levantou-se que a abordagem pedagógica baseada na TAS não promove melhorias na aprendizagem de proteínas ($H_0: \mu_d = 0$). Enquanto que para a hipótese alternativa, a abordagem pedagógica baseada na TAS promove melhorias na aprendizagem de proteínas na amostragem de alunos selecionados ($H_1: \mu_d \neq 0$). Para o estudo foi considerado o limite probabilístico de erro igual a 0,05 para elucidar as hipóteses apresentadas (Ayres et al., 2017).

A média aritmética da pontuação no QAP foi igual a $1,542 \pm 0.503$ enquanto que no QAF $2,206 \pm 0,455$. O percentual de rendimento variou de 51,40% para 73,53% antes e após a intervenção pedagógica como demonstra a tabela seguinte:

Tabela 5 - Média e desvio padrão dos escores totais obtidos pelos alunos no QAP e no QAF.

	QAP	QAF
Pontuação	1,542 ± 0.503	2,206 ± 0,455
Rendimento (%)	51,40	73,53
p-valor	0,007	
Valor de T calculado	6,529	

O p-valor encontrado no teste T de Studente foi menor que o limite probabilístico de erro e igual a 0,007 (valor de distribuição de T = 6,529). Desta forma, é possível descartar a hipótese de nulidade e afirmar, estatisticamente, que a abordagem pedagógica baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa promoveu a aprendizagem de proteínas na amostragem selecionada (Feijo, 2010).

Conclusão

Alimentação saudável, qualidade de vida e prevenção de doenças foram os ancoradores prévios mais ocorrentes encontrados na estrutura cognitiva da amostra estudada. Desse modo, foi possível propor uma abordagem pedagógica dentro da teoria da aprendizagem significativa para melhorar o processo de aprendizagem, fazendo uso de tecnologias educacionais diversificadas e experimentação com materiais alternativos em sala de aula.

A robustez dos dados da análise estatística entre QAP e QAF permitiu concluir que a abordagem pedagógica da TAS promoveu melhorias na aprendizagem do tema Proteínas para alunos do 3º ano do ensino médio. Quando esses dados foram confrontados com os resultados do diagrama Vê de Gowin, foi possível compreender diferentes estágios cognitivos da aprendizagem durante a intervenção pedagógica. O diagrama possibilitou uma tomada de decisão baseada nas necessidades específicas de cada aluno para alcançar a aprendizagem significativa.

Os subsunçores sofreram uma variação de aluno para aluno e, conseqüentemente, influenciaram o estágio cognitivo da aprendizagem. Nesse sentido, cabe ao professor um papel importante de mediação para garantir que todos alcancem os mesmos objetivos pedagógicos durante a socialização dos resultados, negociando o significado do conhecimento socialmente produzido.

Referências

- Araya, A. M. O., Silva, J. R. N., & Lino, A. *Uma Discussão Sobre O Papel Do Conhecimento Prévio No Ensino De Física Moderna E Contemporânea: Traçando Aproximações Entre Duas Contribuições Teóricas*. Anais I Congresso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2012, p. 01-24.
- Ayres, M., Ayres, M., Ayres, D. L., & Santos, A. A. S. (2007). *Biostatic: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biomédicas*. Belém
- Bachelard, G. (1976). *Filosofia do Novo Espírito Científico*. Lisboa: Presença.
- Barbosa, E., & Bulcão, M. (2004). *Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Bemquerer, M. P., Macedo, J. K., Ribeiro, A. C. J., Carvalho, A. C., Silva, D. O., Braz, J. M., & Silva, L. P. (2012). Partial characterization of a novel amphibian hemoglobin as a model for graduate student investigation on peptide chemistry, mass spectrometry, and atomic force microscopy. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 40(2), 121-129.
- Brasil, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2015). *Taxa de rendimento escolar: censo da educação básica*. Acesso em 20 de ago., 2018, <http://portal.inep.gov.br/web/guest/enem-por-escola>>

- Brasil, Ministério Da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.
- Bruice, P. Y. (2008). *Química orgânica*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Correia, P. R. M., Dazzani, M., Marcondes, M. E. R., & Torres, B. B. (2004). A Bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, 19 (1), 19-23.
- Costa, J. S.; Vidal, L. M. A., & Santos, C. B. R. (2016). *Análise da Aprendizagem no Ensino de Química*. Saarbrücken: NEA - Novas edições acadêmicas.
- Delgado, O. T., & Mendonza, H. J. G. (2012). Uma Aproximação da Teoria da Aprendizagem Significativa e Formação Por Etapas das Ações Mentais. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 2 (2), p. 1-13,.
- Feijo, A. M. L. C. A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais.
- Ferracioli, L. (2005). O ‘V’ Epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. *Revista didática das ciências*, 1 (1), p. 106 – 125.
- Fonseca, D. M. (2008). A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e pesquisa*, 34 (2), 2008.
- Gouveia, A. A. (1971). A pesquisa educacional no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, 1 (1), p. 02 – 48.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), p. 198-202.
- Hess, S. (1997). *Experimentos de Química com Materiais Alternativos*. São Paulo: Moderna
- Leboeuf, H. A., & de Lourdes Batista, I. (2016). O uso do “v” de Gowin na formação docente em ciências para os anos Iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18 (3), 697-721.
- Mendonça, M. F. C., Cordeiro, M. R., & Kiill, K. B. (2014). Uso De Diagrama V Modificado Como Relatório Em Aulas Teórico-Práticas De Química Geral. *Quim. Nova*, 37 (7), S1-S2.
- Möller, M., & Denicola, A. (2002). Protein tryptophan accessibility studied by fluorescence quenching. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 30 (3), 175-178.
- Moreira, M. A. (2014). Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7 (2), p. 01-20.
- Moreira, M. A. (2016). *A teoria da aprendizagem significativa*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2010) *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.
- Moreira, M. A. (2006). *Mapas conceituais e diagramas v*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodríguez, M. L. *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*. Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España, p. 19-44, 1997.

Pelizzari, A., Kriegl, M. D. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L., & Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *revista PEC*, 2 (1), 37-42.

Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.

Praia, J. F. (2000). Aprendizagem significativa em D. Ausubel: contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: MOREIRA, M. A. et al. (Orgs.). Teoria da aprendizagem significativa. Peniche, Portugal, 2000, p. 121-134.

Rodrigues, E. N. B., Cruz, J. N., Alves, L. M. G., & Almeida, S. S. M. S. (2014). Os condimentos e sua relação com a química orgânica. Macapá: Unifap.

Rosner, B. (1995). *Fundamentals of Biostatistics*, New York: Duxbury Press.

Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2006). The importance of visual literacy in the education of biochemists. *Biochemistry and molecular biology education*, 34 (2), 94-102.

Souza, F. L., Gonçalves, T. V. O., & Souza, F. L. (2012). Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de química. *Acta Tecnológica*, 6 (2), 30-36.