



PPGECM

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG

STHEFEN FERNANDO ANDRADE DA RONCH

UTILIZAÇÃO DO TEMA VITAMINAS EM UMA UEPS PARA ABORDAGEM
INTERDISCIPLINAR
ENTRE QUÍMICA E BIOLOGIA

Passo Fundo

2016

STHEFEN FERNANDO ANDRADE DA RONCH

UTILIZAÇÃO DO TEMA VITAMINAS EM UMA UEPS PARA ABORDAGEM
INTERDISCIPLINAR
ENTRE QUÍMICA E BIOLOGIA

Dissertação apresentada à banca examinadora e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Alana Neto Zoch.

Passo Fundo

2016

CIP – Catalogação na Publicação

R769u Ronch, Sthefen Fernando Andrade da
Utilização do tema vitaminas em uma UEPS para
abordagem interdisciplinar entre química e biologia /
Sthefen Fernando Andrade da Ronch. – 2016.
186 f. : il., color. ; 29 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Alana Neto Zoch.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2016.

1. Ensino médio. 2. Aprendizagem. 3. Ciências – Estudo
e ensino. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na
educação. I. Zoch, Alana Neto, orientadora. II. Título.

CDU: 372.85

Catálogo: Bibliotecária Schirlei T. da Silva Vaz - CRB 10/1364

Sthefen Fernando Andrade Da Ronch

UTILIZAÇÃO DO TEMA VITAMINAS EM UMA UEPS
PARA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR
ENTRE QUÍMICA E BIOLOGIA

A Banca Examinadora abaixo APROVA a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Profa. Dra. Alana Neto Zoch – Orientadora
Universidade de Passo Fundo

Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Universidade de Passo Fundo

Profa. Dra. Aline Locatelli
Universidade de Passo Fundo

Profa. Dra. Renata Hernandez Lindemann
Universidade Federal do Pampa

Aos meus pais, Paulo e Alexandra, pelos ensinamentos de vida e o constante incentivo na busca da realização dos meus sonhos.

A minha orientadora, Profa. Dra. Alana, pelas reflexões constantes, que tomavam conta de nossas conversas e que possibilitaram que o trabalho fosse se tornando cada vez mais consistente.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Química da Universidade de Passo Fundo que, desde o meu ingresso na universidade, me contagiavam com suas aulas e permanentemente nos incentivavam a acreditar no poder de transformação da educação.

Aos meus amigos e amigas, Cassiane, Joice, Jéssica Sabrina e Leonardo, que me acompanharam desde o início dessa caminhada.

À colega mais próxima do mestrado, Elisena, pelo companheirismo e cumplicidade.

À professora Maria Cristina, que se dispôs a acreditar nesta proposta.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, em especial a Profa Dra Cleci Terezinha Werner da Rosa, por possibilitar meios de o professor que está na escola protagonizar seu processo de formação continuada.

A FAPERGS pela aprovação do Projeto PICMEL, Edital 03/2014, o qual foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos e todas que não estão aqui nomeados, mas que de alguma forma fizeram parte dessa história.

O escrever e o falar constituem modos de aprender, além de possibilitarem a comunicação do aprendido. Aprende-se pela fala e pela escrita ao envolver-se em discussões, ao manifestar e defender pontos de vista, ao ouvir colegas procurando compreendê-los, ao produzir sínteses e expressando as próprias compreensões por escrito, em relatórios ou outras formas de comunicação.

Roque Moraes

RESUMO

A fragmentação do conhecimento como pressuposto para a aprendizagem tem se mostrado ineficaz, como demonstram os índices educacionais disponíveis com relação ao Ensino Médio. Essa perspectiva não tem atendido as orientações legais no que tange à educação básica, onde se recomenda uma abordagem dos conceitos de forma inter-relacionada e interdependente. O presente trabalho, vinculado à linha de pesquisa Fundamentos Teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática, buscou construir um produto educacional (PE) com o intuito de se contrapor a essa realidade. Para tanto foi elaborada e aplicada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e sob um enfoque Interdisciplinar, de modo que a abordagem dos conceitos disciplinares de Química e de Biologia ficasse articulada. O PE foi aplicado em uma turma do 3º ano do Ensino Médio. A avaliação desta intervenção didática foi realizada ao longo de seu desenvolvimento, a partir dos resultados das atividades de sistematização realizadas pelos estudantes e das observações escritas pelo professor. A UEPS elaborada apresentou-se como um contributo neste processo de ensino em face do avanço na intencionalidade para a aprendizagem, importante fator na TAS, e na evidência de associação entre os conceitos disciplinares produzidas pelos estudantes. Ainda, o processo de interação estabelecido entre os professores, ao desenvolver um trabalho com a ideia de interdisciplinaridade fundamentada na TAS, permitiu aos mesmos ampliar e aprofundar sua visão sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Ensino de Ciências. Interdisciplinaridade. Química orgânica.

ABSTRACT

The fragmentation of knowledge as a prerequisite for learning has shown to be ineffective, considering the educative indexes available for High School, for example. This perspective has not responded the documents and legal guidelines regarding to basic education, which recommends the concepts' approach in a interdependent and interrelated way. The present work, linked to Theoretical-methodological Fundamentals for the Mathematics and Science Education research line, sought to build an educational product (EP) with the intention to contrast this reality. It was elaborated with this purpose, and applied a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), based on Ausubel's Meaningful Learning Theory (MLT) under interdisciplinary perspective, so that the approach of the disciplinary concepts of Chemistry and Biology being articulated. The EP was applied in a third-year-class of high school. The evaluation of this work was realized during the development of the didactic intervention, from the results of the activities carried out by the students and the written observations made by the teacher. The PMTU presented itself as a contribution in this teaching process, facing the advances in students'intentionally for their learning, important factor in MLT, and the evidences of connections between disciplinary concepts produced by them. Yet, the interaction process established among the teachers, in developing a work with the idea of interdisciplinarity based on MLT, allowed each of them to increase and deepen their vision about the teaching learning process.

Keywords: Meaningful learning. Science teaching. Interdisciplinarity. Organic chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual elaborado pelos professores, com os conceitos articuladores.	46
Figura 2 - Linha do tempo de desenvolvimento da intervenção didática.....	62
Figura 3- Estruturas e solubilidade de vitaminas segundo Compound Interest	73
Figura 4 - Tela inicial do simulador após escolha da molécula.....	78
Figura 5 - Dipolos de ligação e eletronegatividade dos átomos ligantes.....	78
Figura 6 - Distribuição da densidade eletrônica na molécula de amônia	79
Figura 7 - Demonstração do potencial eletrostático da molécula de amônia	79
Figura 8 - Representação de uma molécula polar e uma apolar e as respectivas interações....	80
Figura 9 - Representação das interações intermoleculares em um sistema formado por moléculas polares e apolares	80
Figura 10 - Representação do potencial eletrostático de uma substância orgânica.....	82
Figura 11 - Relação fornecimento de calor e rompimento de interações intermoleculares	83
Figura 12 - Rompimento de interações intermoleculares entre moléculas apolares mediante ao fornecimento de calor.	84
Figura 13 - Rompimento de interações intermoleculares entre moléculas polares mediante ao fornecimento de calor.	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Exemplos de propostas interdisciplinares entre Química e Biologia.....	33
Quadro 2- Livros utilizados na elaboração do material de apoio da UEPS	46
Quadro 3- Pré-UEPS – O leite nosso de cada dia	50
Quadro 4- UEPS – Descrição da UEPS	51
Quadro 5- Categorização de reportagens pesquisadas	70
Quadro 6- Detalhamento de vitaminas e alimentos que continham vitaminas.....	71
Quadro 7- Total de acertos na Atividade 1 e percentual individual.	88
Quadro 8- Solubilidade de vitaminas segundo relatos dos alunos	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição percentual entre os alunos que trabalham e não trabalham.....	65
Gráfico 2 – O que você espera da escola?.....	65
Gráfico 3 – O que gosto na aula de Química.....	66
Gráfico 4 – O que não gosto na aula de Química.....	66
Gráfico 5 - Categorização das justificativas referentes aos IDR de vitaminas.....	92
Gráfico 6 – Categorização das justificativas fornecidas pelos alunos em relação a diferença de solubilidade entre a vitamina A e a vitamina C.....	93
Gráfico 7 – Categorização das justificativas fornecidas pelos alunos em relação a diferença da temperatura de fusão entre a vitamina C e a vitamina A.....	94
Gráfico 8 – Percepção das disciplinas envolvidas em uma determinada situação de vivência.	100

LISTA DE ABREVIATURAS

AS	Aprendizagem Significativa
ATM	Atmosfera
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EDUCACENSO	Censo Escolar da Educação Básica Brasileira
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
IDR	Ingestão Diária Recomendada
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MC	Mapa Conceitual
MEC	Ministério da Educação
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais +
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PE	Produto Educacional
PROEMI	Programa Ensino Médio Inovador
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E O ENSINO MÉDIO NO BRASIL	20
3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA EM RELAÇÃO COM O ENSINO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO	30
4 PERSPECTIVAS TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM A PROPOSTA: INTERDISCIPLINARIDADE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	35
4.1 Interdisciplinaridade	35
4.2 Aprendizagem significativa	39
5 METODOLOGIA	44
5.1 Caracterização do espaço e dos sujeitos da pesquisa	44
5.2 Concepção e construção da proposta	44
5.2.1 Elaboração do material de apoio	45
5.2.2 Elaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	47
Pré-unidade	49
Pré-UEPS	50
UEPS (produto educacional)	51
Passo 1 - Situação inicial	54
Passo 2 - Situação problema	55
Passo 3 - Exposição dialogada aprofundamento	55
Passo 4 - Nova situação problema	57
Passo 5 - Avaliação somativa individual	60
Passo 6 - Aula expositiva final	60
Passo 7 - Avaliação da Aprendizagem e Atividade de Fechamento	61
Passo 8 - Avaliação da UEPS	61
5.3 Aplicação da intervenção didática	62
5.4 Metodologia da pesquisa	63
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
6.1 Retrato da realidade	65
6.2 Construção da UEPS	67
6.3 Aplicação da proposta	69
Pré-unidade	69

Pré-UEPS _____	70
6.3.1 Relatos da aplicação da UEPS _____	71
6.4 Avaliação da intervenção didática _____	94
6.4.1 Interação dos professores _____	94
6.4.2 A importância da intencionalidade para a aprendizagem _____	96
6.4.3 Percepção da inter-relação entre os conceitos _____	99
6.4.4 Progressiva evolução conceitual _____	102
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	103
REFERÊNCIAS _____	108
APÊNDICES _____	114
Apêndice A – Diagnóstico: conhecendo um pouco meus alunos _____	114
Apêndice B – Artigo publicado _____	116
Apêndice C – UEPS _____	129
Apêndice D – Material de apoio Pré-UEPS _____	144
Apêndice E – Material de Apoio UEPS _____	151
Curiosidade – Qual a origem do nome “vitamina”? _____	153
Vitamina B3 _____	153
Aminas _____	153
Ácido Carboxílico _____	153
Vitamina A _____	153
Álcool _____	153
Texto de apoio: Álcool etílico é encontrado em leite de mais uma cooperativa _____	154
Vitamina E _____	156
Éter _____	156
Texto de apoio: Sobre a Fraude no Leite no RS _____	156
Formaldeído _____	159
Aldeído _____	159
Vitamina K _____	159
Cetona _____	159
Vitamina C _____	160
Éster _____	160
Atividade Experimental: Investigando o teor de Vitamina C _____	160
Betacaroteno _____	161
Hidrocarboneto _____	161

Nomenclatura de Substâncias Orgânicas _____	161
ATIVIDADE 1: Refletindo conceitos _____	162
Vitaminas Lipossolúveis e Vitaminas Hidrossolúveis _____	164
Solubilidade _____	164
Uso de simuladores - Polaridade da Molécula _____	165
ATIVIDADE 2: Discutindo a solubilidade das Vitaminas _____	166
Interações Intermoleculares: _____	166
Uso de simuladores Simulador: Forças Intermoleculares _____	167
Atividade Experimental 1: Comparação da solubilidade entre solutos _____	167
Atividade Experimental 2: Diferença na solubilidade entre solventes _____	167
ATIVIDADE 3: Atividade Experimental 3: Cromatografia em papel _____	168
Atividades de sistematização e materiais complementares da UEPS _____	170
ATIVIDADE 4 - Avaliação Somativa _____	173
Texto sobre vitamina D (organizador prévio UEPS) _____	175
Anexo A - Texto utilizado na Pré-unidade – Química _____	178
Anexo B - Texto utilizado na Pré-unidade – Biologia _____	181

1 INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação do conhecimento baseia-se na ideia de que o todo dividido em partes facilita a aprendizagem. Esse pressuposto tem se mostrado inadequado, à medida que desconstitui a possibilidade de construção de vínculos entre conhecimento e realidade. O tratamento disciplinar do conhecimento, ainda vigente, quando única estratégia de organização do conhecimento, tem demonstrado insuficiência para a solução de problemas reais e concretos, tornando o ensino ineficaz e desinteressante (RIO GRANDE DO SUL, 2011).

Desse panorama resulta a necessidade de repensar essa concepção disciplinar do ensino. Criticada por Morin (2002), tal modelo acaba por romper o caráter complexo do mundo em fragmentos desunidos, fracionando os problemas e unidimensionalizando o que é multidimensional. Uma inteligência, segundo o autor, cada vez mais “míope, daltônica e vesga”, que termina a maior parte das vezes por ser cega, porque destrói todas as possibilidades de compreensão e reflexão (MORIN, 2002, p.29).

Esse tipo de abordagem tem permeado as práticas docentes dos professores, marca de um ensino positivista e propedêutico, que há muito tempo opera com conceitos disciplinares isolados, baseando-se em uma ideia de continuação dos estudos dos alunos, do que decorre a necessidade de repensar alternativas para essa realidade.

Os dados do Ensino Médio no Rio Grande do Sul, obtidos através do Censo Escolar da Educação Básica de 2010 (INEP/Educacenso), trazidos na Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio - 2011-2014, evidenciam a concepção do conhecimento discutida acima.

O Ensino Médio no Rio Grande do Sul apresenta índices preocupantes, ao considerar o compromisso com a aprendizagem para todos. A escolaridade líquida (idade esperada para o ensino médio 15-17anos) é de apenas 53,1%. A defasagem idade-série no Ensino Médio é de 30,5%. Da faixa etária de 15 a 17 anos, 108.995 jovens ainda frequentam o Ensino Fundamental (INEP/MEC– Educacenso –Censo Escolar da Educação Básica 2010). Ao mesmo tempo, constatam-se altos índices de abandono (13%) especialmente no primeiro ano, e de reprovação (21,7%) no decorrer do curso, o que reforça a necessidade de priorizar o trabalho pedagógico no Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p. 5).

A proposta discutida nesta dissertação, surge da minha inquietude enquanto professor de Química e de Seminário Integrador¹, em uma escola da rede pública do município de Passo

¹ Componente curricular inserido na proposta curricular do Ensino Médio Politécnico do estado do Rio Grande do Sul, que tem como objetivo proporcionar um espaço-tempo dentro do currículo escolar, em que possam se efetivar propostas entre as áreas de conhecimento, mediante a enfoques ou temáticas, que oportunizem apropriação e possibilidades de novas práticas pedagógicas. (RIO GRANDE DO SUL, 2011)

Fundo - RS, a 4 anos, e busca se contrapor a essa forma de abordagem dos conceitos, que considero vazia de significado para os estudantes e que contribui para a perda do interesse pela escola.

Discutem Azevedo e Reis (2013, p. 29).

Assim, esses estudantes são desafiados a resistir em meio a uma escola que tem preceitos de ação calcados na “pedagogia bancária” (Freire, 2002; 1987); na reprodução dos conteúdos de forma estanque e estandardizada, na pura transmissão e reprodução de informações, muitas vezes descontextualizadas, destituídas de significado para os estudantes; na avaliação classificatória e certificativa (pautada na lógica quantitativa); no currículo fragmentado, no qual as disciplinas e os espaços-tempo da escola são organizados para dificultar o diálogo entre os campos do conhecimento, as reflexões coletivas e os projetos interdisciplinares.

Nesse sentido, tem-se discutido em todos os documentos legais e oficiais para a educação básica no Brasil a relevância da adoção de práticas interdisciplinares na escola, inclusive na concepção do currículo.

Tendo em vista o que foi abordado, pode-se levantar a seguinte pergunta: a realização de uma UEPS com um viés interdisciplinar, pode facilitar o processo de ensino e se traduzir em evidências de aprendizagem?

Com isso, o objetivo desse trabalho foi realizar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o propósito de identificar indícios de uma Aprendizagem Significativa e interdisciplinar. Os objetivos específicos foram:

- Definir a temática que orientará a elaboração da intervenção;
- Sistematizar os conceitos a serem abordados de forma conjunta;
- Selecionar as estratégias pedagógicas a serem empregadas;
- Elaborar o produto educacional (uma UEPS) envolvendo os conceitos definidos previamente;
- Elaborar um material de apoio que se alinhe à abordagem interdisciplinar pretendida;
- Aplicar a intervenção didática delineada na UEPS;
- Avaliar o processo a partir da fundamentação teórica definida previamente.

As ações traçadas na elaboração do produto, possibilitam aplicar a UEPS em uma perspectiva que englobe a observação e análise constante por parte do professor e também possibilitem avaliar o processo de realização da intervenção didática ora apresentada.

A utilização de situações-problemas baseadas na vivência dos estudantes, torna os conceitos potencialmente significativos para os mesmos, o que pode auxiliá-los na superação

do processo mecânico de aprendizagem, que como exemplo, se traduz no “*adquirir*” notas ou conceitos nas disciplinas, além de propiciar o tratamento interdisciplinar esperado.

Observa-se que a evolução da ciência tem se dado de forma cada vez mais interdisciplinar. Nas Ciências da Natureza não tem sido diferente. O Prêmio Nobel de Química do ano de 2015² foi concedido a pesquisadores que descobriram mecanismos biomoleculares que atuam na reparação do DNA, e o de Fisiologia e Medicina do mesmo ano foi para pesquisadores que criaram novas terapias a partir de uma nova droga para combater, por exemplo, doenças como a malária. Amabis e Martho (2010) destacam que a evolução na compreensão do mundo dos átomos e das moléculas, no caso da Química e Física, tem sido fundamental para o avanço da Bioquímica, da Biologia, da Medicina, e das aplicações que melhoram a qualidade da vida humana.

A perspectiva interdisciplinar evidencia na organização dos conceitos, uma dialética entre parte-todo, tendo em vista que os diversos fenômenos da realidade interagem entre si e nunca estão isolados (ROCHA, 2013). Ainda, permite ao estudante perceber uma relação de interdependência entre os conceitos desenvolvidos disciplinarmente, tornando, assim, mais significativo o processo de ensino-aprendizagem.

Esse trabalho se inicia com um capítulo envolvendo considerações a respeito do Ensino de Ciências e o Ensino Médio no Brasil, com o objetivo de localizar aspectos importantes na evolução dos mesmos. Identificar, igualmente, as políticas públicas adotadas para tal, e abordá-las a partir do contexto atual. Essa discussão torna-se relevante, já que apresenta os modelos e tendências de ensino que foram adotadas, justificando-se assim a necessária mudança do ensino que é desenvolvido na escola, de modo que este atenda aos atuais pressupostos definidos nos documentos oficiais e legais.

No segundo capítulo são realizados apontamentos sobre o Ensino de Química e relações com o de Biologia. Tais ponderações se tornam relevantes no sentido de discutir as orientações provenientes de autores e documentos legais, buscando estabelecer um diálogo entre Química e Biologia.

O capítulo três apresenta discussões sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e a interdisciplinaridade, o que se mostra como um contributo fundamental à constituição da intervenção didática (fundamento teórico e metodológico).

² Informação extraída da página oficial de divulgação do Prêmio Nobel. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/year/index.html?year=2015&images=yes. Acessado em 05/03/2016.

Na sequência do trabalho é apresentada a metodologia para constituição da proposta, caracterizando os sujeitos e o espaço de pesquisa, a concepção e a construção da proposta. Por fim, será exposta a forma de realização do planejamento da UEPS, a elaboração do material de apoio e a coleta e análise dos dados da pesquisa.

A discussão de resultados é realizada mediante as evidências da aprendizagem significativa, fornecidas pelos estudantes, e as memórias realizadas pelo professor. Ambas vão além da avaliação sob o ponto de vista da aprendizagem de conceitos, considerando, por exemplo, a percepção da inter-relação entre eles por parte dos alunos e professores envolvidos na aplicação da proposta.

As considerações finais, ademais, discutem as contribuições da presente proposta na busca por uma qualificação do processo de ensino-aprendizagem, podendo-se destacar a mudança da postura de alunos e professores, um movimento de valorização das concepções prévias dos estudantes e a importância do planejamento conjunto entre os professores. Destaca-se, ainda, a utilização das UEPS como aporte metodológico de trabalho, a relevância das discussões sobre as Teorias de Aprendizagem na escola e em cursos de formação inicial de professores, oferecendo, assim, subsídios para que os professores repensem e discutam periodicamente suas práticas. Por fim, expressa a relevância da reflexão do papel da escola e da concepção de conhecimento dos professores.

2 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E O ENSINO MÉDIO NO BRASIL

Em sua história, o ensino de Ciências no Brasil tem se orientado por diferentes correntes que vieram a refletir o momento histórico, político e econômico de cada época (SANTOS, 2005). Nesse sentido, torna-se relevante retomar a concepção de ciência como construção social do homem (SANTOS, PORTO, 2013).

Os primeiros registros históricos, relacionados ao ensino de Ciências, são do século XVIII e encontram-se principalmente na Inglaterra, França, Alemanha e Itália. A tradição científica (discussões sobre o ensino do método científico) percorreu um longo caminho, de modo que a didática do ensino de Ciências conduz, na atualidade, a duas perguntas básicas: o que ensinar? Como ensinar? (CHASSOT, 2003).

No Brasil, até o século XX, não havia ensino de Ciências formal. Surgiu apenas nas décadas de 1920 e 1930. O currículo era organizado a partir da concepção de que o ensino se constitui como transmissão de verdades absolutas, semelhante a uma coleção de conceitos e definições. As visões iluministas e antropocêntricas de uma ciência moderna exerciam forte influência sobre a educação na área das ciências (BOLIVAR et al., 2010).

Na década de 1950 e início dos anos 1960, a forma de transmissão dos conteúdos era através de atividades repassadas aos estudantes com o objetivo de formar cientistas, ou seja, nutrir os “arsenais científicos e intelectuais” russos e estadunidenses por necessidades decorrentes da Guerra Fria, sobretudo a corrida armamentista.

Nardi e Almeida (2004, p. 92) depõem.

Após a Segunda Guerra Mundial, entre 1950 e 1960, um movimento mundial por reformas teve origem a partir dos Estados Unidos e da Inglaterra. Os americanos, preocupados pela competição tecnológica, decorrente da supremacia da União Soviética, com a explosão da primeira bomba H e o lançamento em 1957, do Sputnik, primeiro satélite artificial a orbitar a Terra, partiram para reformular seus currículos, surgindo projetos como o PSSC –Physical Science Study Committe, o BSCS – Biological Science Curriculum Study o ESCP – Earth Science Curriculum Project, dentre vários outros.

Cabe ressaltar que existia uma profunda preocupação com os conteúdos procedimentais, o saber-fazer, os quais eram abordados em manuais de modo mecânico. O aluno deveria saber usar materiais e equipamentos de laboratório. Bonfanti (et al., 2013), transpondo essa perspectiva de aprendizagem para as discussões acerca do ensino de Química, fez o seguinte questionamento: será que realmente esses alunos compreendem os conceitos com os quais

operam? Santos e Porto (2013) destacaram, ainda, que esses materiais possuíam uma orientação metodológica marcada por teorias do campo da Psicologia (são exemplos as contribuições de Bruner e Piaget). O modelo decorrente dessa visão cognitivista caracterizou o que, posteriormente, seria proposto como o método de ensino denominado *ensino pela descoberta ou redescoberta*, como descrevem Cicillini e Sicca (1991, p. 37).

Estes projetos baseavam-se nas ideias de Bruner, que considerava que a tarefa de ensinar determinada “matéria a uma criança, em qualquer idade, é a de representar a estrutura da referida matéria em termos de visualização que a criança tem das coisas”. O processo de ensino, portanto, deveria pautar-se pela estrutura da matéria a ser ensinada. A formação do mini-cientista era a grande meta, e para isto os alunos deveriam vivenciar o “método científico”, na época, o indutivo. No prefácio do ChemStudy, por exemplo, podemos encontrar: ‘Como convém a um curso moderno de Química, são apresentados princípios unificadores tomando por base o trabalho de laboratório [...] através deste trabalho você estará pessoalmente envolvido na atividade científica e, até, certo ponto, se tornará um cientista’.

Nesta época, houve grande investimento na área da educação científica e produção de material didático, sobretudo nos Estados Unidos. Ainda em 1950, foi criado o Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências, o qual era vinculado a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Os objetivos eram: criação de Projetos de Ensino de Ciências, produção de textos, material experimental, treinamento dos professores, atualização do conteúdo trabalhado e a produção de material didático para ser utilizado em laboratório. No ensino de Química pode-se citar como exemplos o Chemical Education Material Study (ChemStudy) e o Chemical Bond Approach (CBA).

Nesse sentido, seguiu posteriormente a realização de diversos acordos de cooperação entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e agências de fomento estadunidenses, de modo a estimular a disseminação, no Brasil, de material didático e da cultura científica que era produzida naquele país. Na prática, o que se viu foram materiais, como livros didáticos, produzidos nos Estados Unidos e traduzidos e utilizados em escolas de aplicação de universidades, em escolas preparatórias de Academias Militares e em escolas estaduais de Cursos Científicos (SANTOS; PORTO, 2013). O que chama a atenção nestes materiais é o fato de não haver, no Brasil, preocupação com o contexto e a utilidade (descreviam, por exemplo, atividades utilizando neve).

Em 1961 foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN n.º 4024 de 20/12/1961), quando passou a ser obrigatório o ensino de Ciências em todas as séries do ginásio (atualmente anos finais do Ensino Fundamental) e o aumento da carga horária das disciplinas das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), possibilitando maior liberdade

na programação do currículo para as Secretárias Estaduais de Educação. Com a nova legislação houve uma crescente formação de centros de Ciências no período de 1960-1970 e cursos de formação de professores para esta área. Foram destaques os estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Bahia e Rio de Janeiro.

Santos e Porto (2013) chamam a atenção: dentre os projetos da época destacou-se o de Iniciação à Ciência que, por meio da LDBEN n.º 4024/1961, tornou obrigatória a existência de uma disciplina com o mesmo nome do projeto a partir da primeira série ginásial, atualmente sexto ano do Ensino Fundamental. No mesmo sentido do modelo proposto, em 1964, tornou-se preponderante um modelo de educação tecnicista, que tinha como objetivo preparar para o mercado de trabalho, com foco na execução de tarefas específicas e não pensantes.

Explica Chassot (2004, p. 63).

O regime militar dos anos 60 facilita a implantação de projetos com ênfase no método científico e com a marca no treinamento. O modelo econômico gerado pelo golpe militar provocou o aumento da demanda pela educação, o que, conseqüentemente, causa uma crise na educação. Essa crise justifica a assinatura de convênios entre o governo brasileiro e instituições internacionais como a USAID. Alguns desses acordos vigoraram até 1971. Com isso, introduz-se uma rede de Centros de Treinamento de Ensino de Ciências no Brasil, visando a implementar os projetos, já que a USAID tinha como meta uma ação mais direta nas escolas para conseguir delas mais eficácia para o desenvolvimento do país.

Esse movimento permitiu o financiamento de vários projetos educacionais, não somente com o objetivo de se produzir material didático, mas avaliar os impactos dos mesmos sobre a educação científica. Segundo Cachapuz (et al., 2008), esses financiamentos favoreceram a emergência do campo de pesquisa denominado Educação em Ciências, como é mais conhecido no Brasil, ou Didática das Ciências, como o autor e seus colaboradores denominaram.

No Brasil, o novo cenário social que se configurava na época carecia de uma educação, que gerasse conhecimento necessário à produção científica e ao desenvolvimento da tecnologia, gerando mudanças significativas no currículo do ensino de Ciências e na educação de base como um todo.

A tendência de educação tecnicista, sob o ponto de vista legal, ganhou força na década de 1970, quando a qualidade do ensino de Ciências Naturais passou a estar relacionada à quantidade de conhecimento científico repassada aos estudantes. Assim, em 1971 foi promulgada uma nova legislação educacional, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1971 (LDBEN n.º 5692/1971), que passou a exigir a obrigatoriedade do ensino de Ciências nas oito séries do então primeiro grau, bem como a inclusão de disciplinas profissionalizantes nos currículos.

Demonstra-se, então, o reflexo do golpe de 1964: o ensino de Ciências deveria contribuir para a mão de obra qualificada. Essa modificação na legislação educacional motivou a criação de inúmeros cursos de formação de professores, ainda que sem a preocupação com a qualidade dos mesmos, fazendo com que o despreparo dos professores exigisse o uso constante de livro didático. As abordagens, assim, eram baseadas em resolução de questões de múltipla escolha ou questões de transcrição (SANTOS; PORTO, 2013). No contexto da publicação da nova LDBEN n.º 5692/1971, originou-se um movimento que buscava relacionar conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Vaz (et al., 2009, p. 107), assevera

Bazzo (1998) comenta que os anos de 1960 e 1970 foram períodos em que o desenvolvimento científico-tecnológico conseguiu passar de um extremo ao outro, indo do milagre à destruição. Cerezo et al. (2003) confirmam essa posição, ao ressaltar que apesar do otimismo tão prometido no modelo linear, a ciência e a tecnologia começam a entrar em decadência devido aos sucessivos desastres que vinham acontecendo, entre os quais estão os resíduos contaminantes, os acidentes nucleares e a bomba atômica.

Segundo Santos e Mortimer (2002), no Brasil, em meados da década de 1970, nasce o movimento CTS, que passa a levar em consideração um processo de reconhecimento da ciência como não neutra. Do modo como argumentam Santos e Porto (2013), tal postura frente à ciência provocou mudanças inclusive na concepção de pesquisa e de procedimentos de investigação entre filósofos e cientistas. Assim, internamente, a ciência passa a ser vista como um produto do contexto econômico, político e social. A ideia dos pesquisadores era gerar um conjunto de reflexões sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, razão pela qual o ensino de Ciências deveria permear esse movimento. Posteriormente, isso levou a elaboração de outros materiais didáticos e projetos curriculares, como, por exemplo, as Unidades Modulares de Química, as propostas pedagógicas do professor Mansur Lutfi, a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da Universidade de São Paulo (GEPEQ – USP), a coleção de livros de física do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, também conhecido como GREF (VAZ et al., 2009).

Na década de 1980, os países subdesenvolvidos, como o Brasil, ainda enfrentavam crises sociais e econômicas. O movimento de abertura política possibilitou o início da organização dos movimentos de professores, tanto em discussões relacionadas à valorização salarial e a melhores condições de trabalho quanto na realização de encontros para debater o ensino.

Os pressupostos pedagógicos estabelecidos nas escolas, marcados pela experimentação, trabalhada como uma das formas de utilização do método científico como metodologia de

ensino na sala de aula, passaram a ser questionados. Esse movimento de questionamento ganhou força com a chegada do construtivismo ao Brasil. A atenção volta-se ao processo de construção do conhecimento científico pelo aluno, como destacam Santos e Porto (2013, p. 20).

A análise do processo educacional passou a ter como tônica o processo de construção do conhecimento científico pelo aluno. Em uma perspectiva construtivista, diferentes correntes da psicologia demonstraram que, antecedendo o conhecimento científico, havia conceitos intuitivos, espontâneos, alternativos ou pré-concepções sobre os fenômenos naturais.

Em 1988, a Constituição da República Federativa do Brasil garantiu o acesso de todos à educação, estendido a jovens e adultos. Em 1996 entrou em vigor uma nova legislação educacional, suplantando aquela que não atendia mais os pressupostos pedagógicos da época. Observa-se na LDBEN n.º 9394/1996 a busca por uma educação de caráter social, fazendo alusão as ideias de Paulo Freire e ao sócio-interacionismo de Vygotsky.

Na metade dos anos 1990, o Governo Federal, através do MEC, iniciou a construção da primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a qual descreve a parte introdutória dos PCNs. Participaram deste momento docentes de universidades públicas e particulares, técnicos de secretarias municipais e estaduais de educação, especialistas e educadores (BRASIL, 1997).

O processo de elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais, (BRASIL, 1997), partiu dos estudos de propostas curriculares de Estados e Municípios brasileiros, houve uma análise dos currículos oficiais e das informações relativas a experiências de outros países, realizada pela Fundação Carlos Chagas. Além de ter como subsídio o Plano Decenal de Educação, pesquisas nacionais e do exterior, estatística sobre o desempenho dos alunos do ensino fundamental e experiências de sala de aula divulgadas em encontros e seminários (ZANLORENSE, 2009, p. 13)

Pode-se conceituar os PCNs como diretrizes de trabalho e abordagem dos conteúdos, os quais possuem um caráter orientativo, não determinativo, ficando a cargo das escolas e professores a escolha da forma de abordagem dos conteúdos e de trabalho, ou conforme definição descrita na introdução aos PCNs de 1997.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, referenciais para a renovação e reelaboração da proposta curricular, reforçam a importância de que cada escola formule seu projeto educacional, compartilhado por toda a equipe, para que a melhoria da qualidade da educação resulte da co-responsabilidade entre todos os educadores. A forma mais eficaz de elaboração e desenvolvimento de projetos educacionais envolve o debate em grupo e no local de trabalho. Os Parâmetros Curriculares Nacionais, ao reconhecerem a complexidade da prática educativa, buscam auxiliar o professor na sua tarefa de assumir, como profissional, o lugar que lhe cabe pela responsabilidade e importância no processo de formação do povo brasileiro (BRASIL, 1997, p. 3)

No ano 2000 foram publicadas novas versões dos PCNs voltadas para o Ensino Médio, sendo então denominadas Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). A grande mudança no que tange aos conhecimentos a serem trabalhados é o dever de destacar seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico.

Nesse sentido, o currículo consolidado e, de forma geral, apresentado nos livros didáticos, tradicionais necessita de uma severa leitura crítica, tanto pelos resultados que tem produzido junto aos jovens em sua formação básica (pouca compreensão) quanto pela limitação com que ele é concebido, isto é, como acúmulo de conhecimentos isolados e fossilizados, com questionável papel formador. Há, assim, necessidade de superar o atual ensino praticado, proporcionando o acesso a conhecimentos químicos que permitam a ‘construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação’ (ZANON, et al. 2009. p. 241).

Os PCNEM apresentam-se como um contributo no trabalho docente e na organização da escola, sobretudo no que diz a respeito à concepção do currículo escolar. Ainda na apresentação das bases legais que o sustentam, observa-se a discussão da necessidade de ruptura com um modelo de ensino descontextualizado, compartimentado e baseado no acúmulo de informações (BRASIL, 2000).

Percebe-se, também, um movimento de necessária significação dos conceitos desenvolvidos na educação escolar mediante um processo de contextualização e interdisciplinaridade que evitariam modelos compartimentados de educação e incentivariam o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000).

A área de Ciências da Natureza discute, no documento em questão, que o sentido da aprendizagem dos conceitos deve estar ligado, sobretudo, à vida do estudante e às interações que este faz com o mundo em que vivemos. A interdisciplinaridade é percebida, então, como peça fundamental nesse processo, tendo em vista a indispensável articulação entre os conceitos das disciplinas que compõem a área para resolver ou entender problemas reais.

O documento destaca que o objetivo não é abandonar as disciplinas, mas abordá-las de tal modo que se articulem, sobretudo na concepção do currículo. Ao levar em consideração conteúdos tecnológicos e práticos, torna-se de difícil compreender sua abordagem no caso de se prescindir a perspectiva integradora do ensino.

Uma concepção assim ambiciosa do aprendizado científico-tecnológico no Ensino Médio, diferente daquela hoje praticada na maioria de nossas escolas, não é uma utopia e pode ser efetivamente posta em prática no ensino da Biologia, da Física, da Química e da Matemática, e das tecnologias correlatas a essas Ciências (BRASIL, 2000, p. 7).

Após a publicação dos PCNEM, foram disponibilizados pelo MEC outros documentos de referência: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), apresentados como ferramentas para a discussão do aprendizado nas diferentes realidades e contextos do país (BRASIL, 2002). Tais Parâmetros, assim como os PCNEM, contudo, não possuem caráter normativo.

Os PCN+ sugerem a organização dos conceitos em unidades temáticas, de modo que se favoreça um trabalho conjunto entre as disciplinas que compõem determinada área do conhecimento e com as demais áreas. Todavia, não fazem menção a conceitos disciplinares específicos a serem abordados. Recomendam, ainda, diversas formas de organização do espaço-tempo escolar das três séries do Ensino Médio, nas respectivas unidades temáticas, divididas em duas a serem trabalhadas por ano, uma a cada semestre. Há, ainda, sugestões de formas de abordagens das unidades, como exemplo para o ensino de Biologia, a experimentação, o estudo do meio, o desenvolvimento de projetos, jogos, etc.

Por sua vez, para o Ensino de Física a sugestão gira em torno do mundo vivencial dos estudantes, da valorização de suas concepções prévias e da resolução de problemas do mundo material. Ademais, para o ensino de Química, merecem destaque a experimentação, o uso do computador, o desenvolvimento de projetos e o estudo do meio. Independentemente da metodologia utilizada para a abordagem, recomenda-se priorizar a vivência dos estudantes em detrimento de conteúdos abstratos e desconexos de suas realidades.

A avaliação apresenta-se como uma das discussões trazidas pelos PCN+. Destaca-se uma perspectiva de trabalho integradora, que deve ser buscada pelas disciplinas que compõe a área do conhecimento. O caráter da avaliação deve ser formativo e não ter em vista somente a retenção de conceitos trabalhados.

Frequentemente, a avaliação tem sido uma verificação de retenção de conhecimentos formais, entendidos ou não, que não especifica a habilidade para seu uso. Uma avaliação estruturada no contexto educacional da escola, que se proponha a aferir e desenvolver competências relacionadas a conhecimentos significativos, é uma das mais complexas tarefas do professor. Essa avaliação deve ter um sentido formativo e ser parte permanente da interação entre professor e aluno (BRASIL, 2002, p. 136).

Conforme indicado acima, é relevante que o processo de avaliação seja contínuo e adaptável, ao longo do processo, de acordo com a percepção e o acompanhamento do professor. Segundo os PCN+, aconselha-se valorizar não somente os trabalhos realizados de forma individual, mas também trabalhos coletivos, a participação espontânea ou mediada pelo professor, o espírito de cooperação, e mesmo a pontualidade e a assiduidade. Tais pressupostos

de avaliação não substituem as avaliações tradicionalmente realizadas, mas as complementam dentro de uma perspectiva de avaliação formativa.

A formação docente continuada é abordada considerando-se as constantes mudanças propostas no processo de reforma do Ensino Médio. O documento indica que é imprescindível que a escola seja o principal local de formação docente, enquanto profissional, no mesmo sentido, em que os cursos de formação de professores estejam preparados para discutir o processo em questão.

Em 2006, surgem as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM), apresentadas pela Secretaria da Educação Básica como um conjunto de reflexões que visam alimentar as reflexões quanto à concepção do currículo. As OCNEM foram construídas em três volumes, cada um direcionado para as áreas do conhecimento que integram o currículo do Ensino Médio: Linguagem, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias.

No texto de abertura sobre a disciplina de Química, discute-se que, apesar de passados sete anos desde a divulgação dos PCNEM, a prática curricular corrente nas escolas continuava sendo predominantemente disciplinar, com uma visão linear e fragmentada dos conceitos abordados nas disciplinas que compõe a área do conhecimento. Observa-se, então, um hiato entre o que se propõe nos PCNEM, PCN+ e o que se faz na escola.

Isso pode ser confirmado pelas propostas pedagógicas configuradas nos diferentes materiais didáticos mais utilizados nas escolas – apostilas, livros didáticos etc. Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos. Na essência, aparecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas (BRASIL, 2006, p. 101).

Nesse sentido, a concepção de currículo construída pela escola é relevante para a elaboração de uma proposta que possibilite e incentive a prática interdisciplinar, de contato entre os professores. Torna-se necessário, a instituição de espaços e momentos de interação para o planejamento coletivo da ação pedagógica, de modo a compatibilizar a prática educativa com o que propõem o PCNEM e PCN+. Instaura-se, numa concepção como esta, um processo de revisão periódica dos conteúdos de ensino.

A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação (BRASIL, 2006, p. 106).

Em 2012 publica-se a Resolução n.º 2, de 30 de janeiro 2012, do Conselho Nacional de Educação, por meio da Câmara de Educação Básica, com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), em substituição às até então vigentes, que datavam de 1998. Segundo Moehlecke (2012), a medida é entendida como necessária, diante das diversas alterações ocorridas na legislação relacionadas a este nível de ensino nos últimos anos, bem como, as transformações da realidade da população brasileira.

Um dos projetos do MEC que fomentou a modificação das DCNEM de 1998 foi o Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI) de 2009, programa este que, mediante as parcerias com os estados federados, oferecia apoio técnico e financeiro com o objetivo de continuar o caminho de mudança no Ensino Médio. A proposta do PROEMI destacava uma necessária reorganização curricular da escola, no sentido de superar a fragmentação do conhecimento e reforçar a importância de uma lógica de trabalho interdisciplinar.

Quer-se estimular a reorganização curricular da escola, de modo a superar a fragmentação do conhecimento, reforçando-se a flexibilização do currículo e desenvolvendo uma articulação interdisciplinar, por áreas de conhecimento, com atividades integradoras definidas com base nos quatro eixos constitutivos do ensino médio – trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Desse modo, propõe-se um currículo organizado não apenas em torno de disciplinas, mas também de ações, situações e tempos diversos, assim como de espaços intra e extraescolares, para realização de atividades que favoreçam a iniciativa, a autonomia e o protagonismo social dos jovens (MOEHLECKE, 2012, p. 45).

Ao apresentar as DCNEM, o MEC buscava transcender as propostas anteriores de um currículo baseado em pilares, como desenvolvimento de competências e habilidades e a valorização de sua flexibilidade, atendendo às constantes modificações da sociedade e do mundo do trabalho (MOEHLECKE, 2012).

Assim, as DCNEM (2012) apontam para a definição de uma grade curricular atraente e flexível para o aluno, possibilitando a construção de uma base nacional comum (a ser ainda proposta) e de disciplinas eletivas, respondendo a diversidade dos sujeitos na escola. Em relação à proposta de reorganização curricular, não se percebe grandes diferenças se comparadas à anterior. É clara, por outro lado, a mudança, do ponto de vista teórico, na concepção do Ensino

Médio, já que o novo documento passou a estar em consonância com os documentos orientativos do MEC.

Em 2015 o MEC coloca em consulta pública uma proposta inicial para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual inclui o Ensino Médio. No tocante ao ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, é proposta uma organização em quatro eixos estruturantes, quais sejam: Conhecimento conceitual em Ciências da Natureza, Contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza, Processos e Práticas de investigação em Ciências da Natureza e Linguagens das Ciências da Natureza, para posteriormente se propor a organização de uma base nacional curricular comum aos componentes curriculares que compõe a área do conhecimento.

Nesta breve discussão das políticas e do caminho percorrido no ensino de Ciências e do Ensino Médio, fica clara a importância dada atualmente às políticas e documentos legais e oficiais, de ações que visem transpor a antiga organização curricular, centrada no caráter excessivamente disciplinar do conhecimento e que não leva em consideração as relações que tais conceitos possuem entre si.

Destaca-se, ainda, que a mudança no Ensino Médio necessita ser oportunizada e incentivada na escola, razão pela qual torna-se relevante o envolvimento dos professores. Assim, a adoção de práticas interdisciplinares, a concepção de um novo currículo e um ensino que proporcione uma visão de mundo menos fragmentada poderá tornar-se realidade, quando os professores se articularem para colocarem tais ideias em prática.

Nesse sentido, ações planejadas em conjunto pelos professores, na elaboração de propostas pedagógicas que se alinhem a orientação das políticas públicas, são de extrema importância em um caminho de apropriação, pela realidade escolar, dessa visão de escola e de educação.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA EM RELAÇÃO COM O ENSINO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

O que é Química? Que objetivos pretende alcançar com seu trabalho na escola? Chassot (2003) discute que a Química deve ser compreendida como ciência necessária a um melhor relacionamento (e compreensão) do homem com o meio em que vive.

A separação do programa, dos conteúdos a serem abordados durante o Ensino Médio – semelhante a uma cômoda com gavetas individuais, onde cada qual “guarda alguma coisa” e não se “comunica com as outras” – é uma abordagem superada e contrária às orientações dos PCNEM, PCN+, OCNEM e as DCNEM. A consequência, é um ensino de difícil contextualização, com uma extensa quantidade de conceitos em uma pequena carga horária, resultando em estudantes com uma grande quantidade de conceitos, mas que não conseguem transpor para suas realidades o que aprenderam na escola.

Nesse mesmo sentido depõem Zanon e Maldaner (2013, p. 102).

Defende-se a importância da disciplina de Química na forma articulada à área do conhecimento na qual ela está inserida, procurando superar a tradicional sequência de conteúdos isolados e descontextualizados que caracterizam a maioria das propostas curriculares consolidadas em programas de ensino e de livros didáticos muito utilizados.

Torna-se pertinente, assim, a realização de um trabalho interdisciplinar. Exemplificando: ao realizar o estudo da Química Orgânica, pode-se estudar fatos marcantes da história, tomando por base o livro *Os botões de Napoleão*³, o qual faz referência a acontecimentos estudados nas disciplinas de História, Geografia e Biologia, mostrando uma conexão direta da Química com essas disciplinas.

Considerando o aluno o sujeito do processo de ensino-aprendizagem, as construções e dinâmicas para tal devem envolvê-lo. O sujeito, não é somente o indivíduo que ocupa uma carteira na escola. Configura alguém que possui relações com o meio, com um contexto social que o envolve.

As atuais diretrizes para a realização do Ensino Médio são baseadas na LDBEN n.º 9394/96 e buscam apresentar um novo caminho para a educação básica brasileira (BRASIL, 2012). Utilizando como referência as bases e orientações legais contidas nessa lei, através do componente curricular Ciências, no 5º ano do Ensino Fundamental criou-se uma abertura para

³ LE COUTEUR, Penny; BURRESON, Jay. Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006. 343 p

a abordagem de conhecimentos químicos. O Ensino Médio continua com o componente curricular Química, e cabe à escola a organização e distribuição da carga horária no decorrer do curso.

Ainda, Zanon e Maldaner (2013) discutem que no Ensino Médio torna-se relevante abordar o conhecimento químico através de uma lógica inter-relacional e contextual, com características disciplinares e interdisciplinares. Nesta etapa da educação básica, essa abordagem constitui-se como desafio, pois conceber áreas do conhecimento nesse grau de ensino - sem suprimir as disciplinas, mas dando a elas maior relevância e legitimidade na escola - pode ser considerado um avanço na concepção de currículo de ensino de Química e de Ciências.

Nesse sentido, estudar Química no Ensino Médio auxilia o jovem a melhor se relacionar com sua realidade, permitindo a ele uma postura crítica, possibilitando argumentar, questionar, posicionar-se com relação à diversidade de questões do mundo contemporâneo. Assim, o problema da poluição, a discussão sobre os agrotóxicos, o impacto da utilização de novas matrizes energéticas, são exemplos de situações em que o conhecimento químico suporta o estudante em um processo de compreender a sua realidade, e se posicionar de forma crítica e consciente a respeito dessas situações.

Sob esta perspectiva, somente o conhecimento químico não é capaz de subsidiar o entendimento dessas situações. O que torna necessária a adoção de práticas pedagógicas que envolvam conceitos de outras áreas. Como discutir poluição no ar sem levar em consideração conceitos de Geografia, ou ainda, os riscos da contaminação do solo por íons metais potencialmente tóxicos, sem levar em consideração os conceitos de Biologia? A ideia não é a de que o professor de Química passe a trabalhar Geografia ou Biologia, mas que o planejamento docente e a concepção de currículo envolvam essa postura. Essa visão interdisciplinar busca a significação dos conceitos escolares, destacada pelos documentos do MEC.

As disciplinas que constituem a área de Ciências da Natureza possuem uma íntima relação, tanto no desenvolvimento de pesquisas e trabalhos científicos como no seu surgimento enquanto ciências. Tendo como pano de fundo tal entendimento, é necessário, discutir as relações existentes entre a Química e a Biologia, com ênfase no ensino e as práticas possíveis entre as mesmas.

Santos e Valeiras (2014) fazem lembrar que, ao se observar o atual nível de desenvolvimento científico e tecnológico, não faz mais sentido questionamentos com relação à importância da interdisciplinaridade. A própria pesquisa científica já tem adotado essa postura.

Em 14/08/2013, o artigo mais citado na *Web of Science* contendo a palavra-chave *biology* é classificado pela própria base de dados nas seguintes categorias: métodos de pesquisa bioquímica, biologia molecular, ciência computacional e cristalografia.[...] Do mesmo modo, o artigo mais citado contendo a palavra-chave *chemistry* trata de cálculos de estrutura eletrônica, um tema que teve seus primórdios em estudos desenvolvidos no âmbito da Física (SANTOS; VALEIRAS, 2014, p. 1).

Evidencia-se, então, que a área de pesquisa científica de ambas as ciências já se encontra sob uma perspectiva interdisciplinar de abordagem. Segundo os PCNEM (2000), o estudo da Biologia busca compreender e entender o fenômeno da vida em todas as suas manifestações. Destaca, que um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio.

Da mesma maneira, como os conhecimentos químicos devem subsidiar o entendimento de situações contextuais, os conhecimentos de Biologia também aludem a uma infinidade de situações que, para uma compreensão mais efetiva, demandam a utilização de conceitos das duas disciplinas, de forma conjunta e interdependente. As OCNEM buscam elucidar os objetivos do aprendizado de Biologia no Ensino Médio.

Assim, os conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico. O aluno precisa ser capaz de estabelecer relações que lhe permitam reconhecer que tais sistemas se perpetuam por meio da reprodução e se modificam no tempo em função do processo evolutivo, responsável pela enorme diversidade de organismos e das intrincadas relações estabelecidas pelos seres vivos entre si e com o ambiente (BRASIL, 2006, p. 20).

Os documentos oficiais (PCNEM, PCN+ e OCNEM) destacam a necessária articulação entre as disciplinas e áreas do conhecimento, uma vez que os conteúdos ou conceitos de uma determinada disciplina não são suficientes para a compreensão de mundo desejada.

Por outro lado, alternativas que busquem consolidar esse tipo de trabalho na escola ainda são escassas. Em uma busca na base de dados *Scielo* (29/09/2015), usando-se as palavras-chave *interdisciplinaridade*, *química* e *biologia*, em artigos brasileiros recentes, verificou-se que a maioria dos trabalhos encontrados, discutem e relatam, sobretudo, questões alheias à realidade escolar, como, por exemplo, análise das abordagens interdisciplinares em livros didáticos, concepções de estudantes de cursos de formação de professores sobre interdisciplinaridade, ou possibilidades de uma abordagem interdisciplinar de um determinado tema.

Interpretando o resultado em relação à escassez, têm-se duas situações. A primeira é de que os trabalhos e propostas interdisciplinares realizadas nas escolas são pouco relatados pelos docentes, cuja razão pode estar apoiada na exaustiva carga horária semanal. A segunda é a de

que, realmente, são escassas essas abordagens nas escolas, ficando restritas ao campo das pesquisas, a cursos de formação ou ainda aos documentos oficiais e legais.

O quadro 1 faz menção a alguns dos artigos encontrados na busca realizada, que abordam propostas interdisciplinares entre Química e Biologia centradas na escola, trazendo ainda, um breve relato de cada proposta.

Quadro 1- Exemplos de propostas interdisciplinares entre Química e Biologia.

Artigo ou trabalho e autores	Relato da proposta
<p>Química e Biologia: uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências na escola estadual Júlio de Mello, Floresta - PE.</p> <p>DIAS, M. et al. (2014)</p>	<p>Uma Mostra de Ciências foi planejada de modo interdisciplinar entre os professores de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental, e de Química e Biologia do Ensino Médio. Os trabalhos da mostra apresentavam a temática “A Química da Vida”, segundo os autores um tema comum as disciplinas. Foram produzidas para apresentação na mostra cartazes, maquetes, experimentos que falavam desde temas como a origem da vida até as funções orgânicas nitrogenadas e oxigenadas, comuns no organismo humano. Os autores destacam que os estudantes participaram ativamente das atividades em grupos e das atividades experimentais propostas, bem como, destacaram a importância de se abordar situações de vivência como articuladoras para esse tipo de abordagem.</p>
<p>Ensino interdisciplinar da educação ambiental nas disciplinas de Biologia e Química do ensino médio: uma proposta para as escolas públicas do município de Ariquemes, Rondônia, Brasil.</p> <p>ZAN, R. et al. (2012)</p>	<p>Através da utilização da Educação Ambiental como temática interdisciplinar, buscou-se problematizar a situação do meio ambiente em uma cidade localizada no estado de Rondônia nas escolas de públicas da cidade. A intenção era, mediante as discussões propostas, sensibilizar os alunos da importância do cuidado com o meio ambiente. Foram discutidas mais especificamente as temáticas sobre o lixo orgânico, evapotranspiração e determinação do teor de oxigênio dissolvido. A partir da discussão das situações propostas os professores de Química e Biologia realizaram a problematização das situações utilizando os conceitos disciplinares. Destacam os autores o potencial de significação da utilização de temáticas relacionadas ao meio ambiente, bem como, o referido tema já é indicado pelos documentos legais relacionados ao Ensino Médio, como os PCNEM, como tema transversal.</p>
<p>Contextualização histórica do vinho: A relação entre Biologia e Química</p> <p>SCHUHMACHER, E.; FACHINI, F; DALLABONA, K. (2012)</p>	<p>A produção de vinho é característica de uma determinada região do estado de Santa Catarina, desta forma em uma escola da rede pública estadual do mesmo estado, foi desenvolvida uma proposta interdisciplinar de trabalho entre Química e Biologia, o objetivo foi valorizar os saberes de senso comum e conhecimentos prévios dos estudantes para desenvolver as aprendizagens dos conceitos do currículo escolar. A pesquisa demonstrou que os estudantes possuíam grande quantidade de conhecimentos prévios sobre o assunto, os quais envolviam conceitos de Química e Biologia. A abordagem inicial, junto a alunos da primeira série do Ensino Médio, trouxe a discussão de conceitos relativos a fermentação; a forma de sistematização adotada foi a utilização de mapas conceituais. A partir do tema, produção de vinho, foram discutidos os conceitos de fermentação, sais minerais, representação da ocorrência das reações químicas utilizando equações.</p>
<p>A Bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da</p>	<p>Integrando conceitos bioquímicos de proteínas em uma abordagem interdisciplinar entre Química e Biologia com alunos de uma turma da terceira série do Ensino Médio, foram realizadas atividades</p>

Quadro 1- Exemplos de propostas interdisciplinares entre Química e Biologia.

Artigo ou trabalho e autores	Relato da proposta
integração de conteúdos no Ensino Médio. CORREIA, P. R. M. et al. (2004)	experimentais com o objetivo de discutir os resultados da mesma, discussão de conceitos mediante as observações realizadas nas atividades e realização de um teatro que simulou a sínteses de proteínas, buscou-se a integração curricular. A abordagem foi dividida em quatro partes, e em cada parte havia uma situação problema a qual, para ser compreendida/respondida, tornava-se necessária a abordagem dos conceitos disciplinares de Química e Biologia.
Interdisciplinaridade no Ensino de Química: uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos. CARDOSO, K. K.; OLIVEIRA, E.C.; GRASSI, M.H. (2013)	O trabalho relata uma proposta interdisciplinar envolvendo as disciplinas de Química, Biologia, Matemática, Português, Geografia, Educação Física e História com alunos da terceira série do Ensino Médio. Cada professor realizou dentro de sua disciplina a discussão de um assunto relacionado a temática proposta, alimentação. Os autores destacam que as discussões realizadas pelos professores foram combinadas previamente, de modo que as abordagens fossem articuladas em torno de um tema comum, mas que possibilitasse a abordagem dos saberes disciplinares. Em Química os conceitos abordados foram reconhecimento de funções orgânicas e representação de fórmulas de substâncias orgânicas, em biologia, construção de uma pirâmide alimentar, dieta saudável e doenças como obesidade e diabetes.

Fonte: Autor.

A análise das propostas discutidas anteriormente possibilita identificar que somente uma delas demonstrou foco de ação específico na concepção de currículo, indicando como isso foi ou pode ser feito. As demais destacam a necessidade de um tema ou assunto comum às disciplinas, que as articule, mas não descrevem de forma efetiva como esse diálogo pode ser realizado na prática e, sobretudo, na organização dos conceitos no currículo. Do fato de que somente uma das propostas evidencia claramente o foco no currículo não se deduz o pouco mérito das demais.

Nesse sentido, são importantes ações compartilhadas entre os professores na escola, que explorem as relações existentes entre os conceitos disciplinares. Especificamente, no tocante às possibilidades de abordagem entre Química e Biologia, observam-se várias possibilidades para isso, tais como os subsídios que os conceitos químicos fornecem na abordagem de conceitos de citologia, nutrição celular, estudo da fotossíntese. Além disso, há possibilidades relacionadas à significação de conceitos químicos mediante a abordagem de situações tradicionalmente discutidas pela Biologia, como exemplos, estudo da Bioquímica, dos efeitos do uso de drogas no cérebro, entre outros.

4 PERSPECTIVAS TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM A PROPOSTA: INTERDISCIPLINARIDADE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A utilização, ou não, de uma metodologia apoiada em uma teoria ou concepção teórica de aprendizagem, contribui diretamente para o sucesso ou fracasso do processo de ensino-aprendizagem na escola (GASPARIN; PETENUCCI, 2008). Os autores percebem que a prática dos professores está baseada em uma superficialidade do conhecimento sobre os fundamentos da educação, como por exemplo, nas teorias de aprendizagem, ou tendências pedagógicas como são chamadas pelos mesmos.

Rapoport e Silva (2006) indicam ainda que os professores executam uma postura pedagógica descontextualizada de uma teoria, na direção do senso comum ou por sua intuição, quando afirmam que...

Aqueles que dizem utilizar um referencial teórico têm seu discurso caído por terra quando necessitam justificar suas escolhas, pois essas ou são alicerçadas em características que não correspondem com as teorias ou são meramente intuitivas. (p. 12)

As perspectivas teóricas subjazem a movimentos sociais, correntes filosóficas e antropológicas, respondendo ao momento histórico-social em que estão inseridas (GASPARIN; PETENUCCI, 2008). Assim, considera-se relevante que a prática pedagógica esteja calcada em uma perspectiva teórica, proporcionando clareza ao professor com relação aos objetivos de seu trabalho.

A intervenção didática relatada neste trabalho baseou-se em dois pressupostos teóricos, a Teoria da Aprendizagem Significativa, considerando sobretudo os contributos de Ausubel, e as discussões relacionadas a interdisciplinaridade. Partindo das discussões de seus aspectos fundamentais, buscou-se a construção da presente proposta. Nesse sentido, a seguir pode-se apreciar uma discussão sobre os pressupostos utilizados.

4.1 Interdisciplinaridade

O surgimento da interdisciplinaridade como perspectiva de aprendizagem remonta ao final da década de 1960. Conforme Fazenda (2011), fervilhavam discussões acerca da possibilidade de se extrapolar os limites das ciências. Nesse contexto, Piaget cria o conceito de

transdisciplinaridade, ao conceber uma possibilidade de transposição das principais ideias e dogmas fechados das ciências (FAZENDA, 2011).

Nesse período o que se viu nas ciências naturais foi um grande desenvolvimento de pesquisas de natureza interdisciplinar, chamadas por Fazenda (2011) de fronteiriças, já não mais baseadas na hierarquização de uma ou de outra ciência, mas concebendo uma perspectiva de pesquisa que, como refere Gusdorf (apud FAZENDA, 2011, p. 18), acabou “forçando o espaço para colocar sua cadeira em prol de uma existência mais humana”. As ideias de Georges Gusdorf, que como Piaget foi precursor nos estudos da interdisciplinaridade, acresce-se o que diz Japiassú (1976, p. 6), “mais vale uma cabeça bem formada, do que uma cabeça deformada pelo indevido acúmulo de saber inútil”. Uma perspectiva interdisciplinar não reside, em estimular um processo de aprendizagem de conceitos aleatórios e sem significado para o estudante, mas responder as perguntas que são próprias dos homens.

Segundo Fazenda (2011), torna-se necessária a separação entre dois tipos de indagação que movem o homem de forma a compreender a lógica da interdisciplinaridade.

É necessário aprendermos nesse processo interdisciplinar a separar as perguntas intelectuais das existenciais. As primeiras conduzem o homem a respostas previsíveis, disciplinares, as segundas, transcendem o homem. O saber perguntar, próprio de uma atitude interdisciplinar, envolve uma arte cuja qualidade extrapola o nível racional do conhecimento (FAZENDA, 2011, p. 26).

Tais reflexões, quando aproximadas das ações do presente trabalho, possibilitam visualizar o intento do processo de elaboração da proposta, privilegiar momentos de questionamentos, em detrimento de respostas prontas. As perguntas que eram feitas, as situações de vivências trabalhadas, são questões do dia-a-dia que não podem ser respondidas somente pela Química ou pela Biologia. A discussão realizada vai, nesse sentido, ao encontro do que Japiassú (1976) caracteriza como uma prática interdisciplinar, uma intensidade de trocas entre os especialistas com um grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa. Desta forma, percebe-se as situações reais dos estudantes como um projeto de pesquisa comum as disciplinas.

Outros autores, como Thiesen (2008), destacam ainda que a interdisciplinaridade se apresenta como uma mudança de paradigma, não só relacionado à educação escolar, mas em um contexto mais amplo, abrangendo outros setores da vida social, como a Economia, a Política e a Tecnologia.

Uma prática interdisciplinar não necessita somente uma mudança de paradigma, mas também de uma atitude interdisciplinar, admitindo, assim, uma relação de reciprocidade, de

mutualidade, possibilitando meios de se construir um diálogo entre as partes. Fazenda (2011) afirma que uma colaboração como esta, ou seja, entre as disciplinas, conduz a uma interação, a uma intersubjetividade.

A interdisciplinaridade pressupõe basicamente uma intersubjetividade, não pretende a construção de uma superciência, mas uma mudança de atitude diante do problema do conhecimento, uma substituição da concepção fragmentária para unitária do ser humano (FAZENDA, 2011, p. 71).

Trindade (2014) percebe atualmente o conhecimento como especializado, restrito e fragmentado, sob uma égide disciplinar e fragmentária. Segundo o autor, foram estabelecidas fronteiras entre as disciplinas para fiscalizá-las e criar obstáculos à transposição destes. Santos (apud TRINDADE, 2014) descreve o cientista moderno como um ignorante especializado, devido à excessiva carga disciplinar do saber científico. Torna-se necessário superar essa abordagem no ensino tradicional e contribuir na construção de uma visão mais adequada à complexidade do conhecimento de hoje.

Sustentam Abreu e Lopes (2013, p. 88), nesse sentido, que tal

[...] consenso educacional reforça os discursos sociais sobre a dependência dos conhecimentos no mundo real: para se entender como determinada questão afeta o indivíduo na sociedade, é preciso conhecer e inter-relacionar os diferentes conhecimentos envolvidos, pois eles não funcionam isoladamente ou disciplinarmente.

Particularmente, com relação ao ensino de Ciências, os autores arriscam afirmar que há um predomínio das discussões voltadas às interações entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico, sob um viés de aproximação entre teoria e prática, em detrimento de um diálogo entre áreas distintas de conhecimento.

Logo, a contextualização, realizada individualmente dentro das disciplinas, não dá conta dessas interações, uma vez que o professor a utiliza dentro da sua disciplina, sem que os saberes disciplinares possam dialogar. Dessa maneira, o aluno percebe os conceitos de forma isolada. Já em uma perspectiva interdisciplinar, segundo Zanon (2008), a contextualização realizada mediante ao planejamento conjunto entre os professores terá a interdisciplinaridade como consequência. Segundo a autora, isso ocorre ao se estabelecer relações entre saberes culturalmente produzidos dentro e fora da escola, dentro e fora de cada disciplina, através de formas de apropriação/uso de linguagens/significados. Assim, esses conhecimentos tornam-se meios para enfrentar situações reais à luz dos conhecimentos escolares, o que auxilia no processo de significação da educação escolar.

Correia et al. (2004) também percebem a abordagem interdisciplinar como uma potencial maneira de tornar mais significativa a aprendizagem. Ao promover a integração de conteúdos de diferentes disciplinas, sobretudo quando se utilizam temas de grande relevância, como a Bioquímica, chama-se a atenção dos estudantes para as interações existentes entre os conceitos. Esse rompimento da linearidade do conhecimento escolar, segundo Maldaner et al. (2007), pode produzir aprendizados significativos e uma formação escolar socialmente relevante.

A problemática da fragmentação do conhecimento não está relacionada à existência das disciplinas escolares, já que as mesmas são construções históricas e estão relacionadas a um contexto em que foram constituídas (BRASIL, 2006). A organização em disciplinas, não impede, portanto, os processos de interconexão entre saberes. Segundo as OCNEM, cada disciplina tem sua razão de ser, seus objetos de estudo, seu sistema de conceitos e procedimentos metodológicos, associados a atitudes e valores (BRASIL, 2006). O que se questiona é a forma que são construídos e constituídos os saberes disciplinares na escola: como se não houvesse conexão entre eles.

As Ciências que compõe a área têm em comum a investigação e o desenvolvimento tecnológico e é com elas que a escola, compartilhando e articulando linguagens e modelos que compõe cada cultura científica, estabelece mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conhecimentos cotidianos e científicos diversificados, que incluem o universo cultural da ciência Química (BRASIL, 2006, p. 103).

Nesse sentido, segundo Fazenda (2011), a possibilidade de se situar na realidade, compreender e criticar as inúmeras informações rotineiramente compartilhadas depende da superação da barreira existente entre as disciplinas.

Por não serem fixas as relações homem-mundo, por esta dinâmica exigir uma reflexão verdadeiramente crítica que possibilite a compreensão em termos dialéticos das diferentes formas pelas quais o homem conhece; por ser a verdadeira compreensão, produto imediato de uma real conscientização, ou melhor, de uma interconscientização, cuja condição de possibilidade é o diálogo; por ser condição *sine qua non* para efetivação do diálogo, para que haja encontro, revelação de sentido, “mutualidade”, para que educador e educando sejam participantes de uma mesma situação, pode-se concluir ser a interdisciplinaridade o momento que melhor propicia o acontecer dessa situação dialógica. Nela não se admite que o conhecimento se restrinja a campos delimitados de especialização, pois é na opinião crítica do outro que uma opinião é formada, onde a linguagem não é de um, mas de vários (FAZENDA, 2011, p. 75-76).

Através de uma proposta baseada na interdisciplinaridade, torna-se possível a formação de um sujeito preparado para se relacionar ativa e criticamente com o mundo em que vive, de

modo a compreender as situações do entorno e fazer uso do conhecimento que possui para melhorar a qualidade de vida. Como já discutido anteriormente, os documentos oficiais já fazem referência a uma necessária mudança na prática docente, sobretudo na concepção de conhecimento e de escola.

4.2 Aprendizagem significativa

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, cognitivista e construtivista, propõe que o indivíduo apresente uma estrutura cognitiva preexistente, elaborada ao longo de sua vida, a qual tem função importante na interação com cada nova informação recebida por este indivíduo. Segundo o autor, o processo de armazenamento das informações é organizado formando uma hierarquia conceitual que pode ser modificada à medida que se confronta com novas informações. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL apud MOREIRA, 2014).

O fator mais importante para a ocorrência da Aprendizagem Significativa (AS) é o que o aluno já sabe, pois são essas informações disponíveis que irão atuar como pontos de ancoragem, os subsunçores, permitindo, assim, uma interação da nova informação com uma estrutura do conhecimento específico já existente. Segundo Moreira (2014) a ancoragem é uma metáfora utilizada no sentido de discutir que os conhecimentos prévios funcionam como ideias âncora, que apoiam os novos conhecimentos.

Os subsunçores podem ser conceitos e, neste caso, são denominados de *conceitos subsunçores*. Essa definição baseia-se na ênfase dada por Ausubel (MOREIRA, 2012) aos conceitos estruturantes de uma determinada disciplina, os quais devem ser identificados e abordados junto aos alunos, os quais, quando aprendidos significativamente, atuam, então, como subsunçores para novas aprendizagens significativas.

As representações sociais, contextos, concepções pessoais e outras ideias que o sujeito possua também atuam como subsunçores. Assim, é mais adequado pensar neles como conhecimentos prévios de modo mais amplo, pois ao reduzirmos a ideia de subsunçor a um conceito disciplinar prévio, ignoramos todas as relações estabelecidas pelo estudante com a realidade que está inserido.

Desta forma, na medida em que ocorrer a AS, esses conhecimentos prévios darão então sustentação a essa nova informação. Tais subsunçores, ao interagirem com os conceitos novos (nova informação), passam por um processo de crescimento e reelaboração, ficando então diferentes dos iniciais, como discute Praia (2000, p. 124).

Portanto, para Ausubel, a variável crucial para a aprendizagem significativa é a estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, seus conhecimentos prévios, que deverão funcionar como ideias-âncora à assimilação de novos conhecimentos. A assimilação ocorre quando um novo significado a , adquirido em ligação com ideias-âncora A com os quais está relacionado, é retido e ocorre uma modificação decorrente da intersecção de ambos, $A'a'$. A' e a' permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova entidade $A'a'$, a ideia âncora modificada.

Ausubel define, ainda, contrastando com a AS, a aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações/conceitos com pouca ou nenhuma interação com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Nesse tipo de aprendizagem, a nova informação é armazenada de forma arbitrária, não ocorrendo interação entre ela e aquela já armazenada. Desta forma, o conhecimento assim aprendido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem se ligar a subsunçores específicos (MOREIRA, 2014). Ausubel não estabelece, contudo, uma dicotomia entre AS e aprendizagem mecânica, tendo em vista perceber a aprendizagem como um processo contínuo entre essas duas.

Segundo a TAS, a AS deve ser preferida em detrimento da aprendizagem mecânica. Contudo, o que fazer quando o indivíduo não possui os conceitos subsunçores prévios? A resposta para esse questionamento se apresenta de duas formas: aprendizagem mecânica inicial de conceitos novos e/ou o uso de organizadores prévios.

Quando um indivíduo está em um processo de aprendizagem de conceitos em uma área de conhecimento nova para ele, ter-se-á a ocorrência de um processo de aprendizagem mecânica, até que alguns elementos de conhecimento estejam disponíveis na estrutura cognitiva e possam assim atuar como âncoras, ocorrendo, então, a partir desse ponto, a aprendizagem significativa. Essa é a razão pela qual não se pode conceber um hiato total entre AS e aprendizagem mecânica.

A outra forma é o uso de organizadores prévios, que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente.

Explicita Moreira (2014, p. 163).

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, afim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si [...]. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber [...].

Organizadores prévios são, segundo o autor, ideias ou materiais introdutórios que devem possuir um nível mais alto de abstração, de forma mais geral e inclusiva. O uso dos organizadores não atende somente à ausência de um subsunçor, mas também organiza a estrutura cognitiva do aluno, possibilitando ao mesmo estabelecer relações, o que Moreira (2014) denomina de “relacionabilidade”, entre os conhecimentos prévios que já possui. Nesse sentido, o uso dessa ferramenta é citado por Ausubel, de acordo com Moreira (2014), como uma das maneiras de manipulação da estrutura cognitiva do aprendiz, com vista à facilitação e a construção de um processo de aprendizagem significativa.

O uso de organizadores prévios é recomendado por Ausubel, segundo Aragão (1976, p. 44) devido

a) a importância de ter-se ideias relevantes e apropriadas, já estabelecidas e disponíveis na estrutura cognitiva, para tornar realmente significativas as ideias (potencialmente significativas) apresentadas ao aluno, fornecendo-lhe ancoragem e, conseqüentemente, estabilidade; b) as vantagens de usar-se ideias gerais de uma disciplina como subsunçores, pela especificidade de sua relevância, sua maior estabilidade, poder explicativo e capacidade integrativa; c) os próprios organizadores possibilitam a identificação do conteúdo relevante existente na estrutura cognitiva e a indicação tanto da relevância deste conteúdo estabelecido como da sua própria relevância para a aprendizagem do material apresentado.

No entanto, também não se deve compreender os organizadores prévios apenas como comparações introdutórias ou formas de se buscar fazer uma contextualização dos conceitos, já que se recomenda o uso dos mesmos de forma planejada pelo professor, com objetivos claros que visem a constituição de um projeto de aprendizagem significativa.

Moreira (2014) discute as condições para a ocorrência da AS e destaca duas delas. Uma é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é definido como potencialmente significativo. A outra é de que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar as novas informações à sua estrutura cognitiva.

As duas condições discutidas por Moreira não são independentes, mas dependentes entre si.. Aragão (1976, p. 19) também destaca condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.

1. intenção do aluno para aprender significativamente, isto é, disposição de relacionar o novo material de forma não-arbitrária e substantivamente à sua estrutura cognitiva;
2. disponibilidade de elementos relevantes na sua estrutura cognitiva, com os quais o material a ser aprendido possa relacionar-se de modo não-arbitrário e substantivo, incorporando-se à estrutura; e
3. que o material a ser aprendido seja potencialmente

significativo para ele, isto é, relacionável de modo não-arbitrário e substantivo aos elementos de sua estrutura cognitiva.

Essa relacionabilidade não-arbitrária de um material a ser aprendido, constitui-se na existência de uma base adequada na estrutura cognitiva do aprendiz, com relação ao que trata o material, de modo que se torne possível estabelecer relações com as ideias correspondentes. A relacionabilidade substantiva implica, assim, que símbolos e linguagens equivalentes possam ser utilizados no material, relacionados à estrutura cognitiva, sem riscos de haver mudança no seu significado. Desta forma, enfatiza-se que tanto o material quanto a aprendizagem são potencialmente significativas e não significativas, pois, segundo Moreira (2014), o significado está nas pessoas, não nos materiais.

Portanto, os conceitos de uma disciplina têm, enquanto isolados, significado potencial ou lógico. O que faz com que os conceitos se apresentem como potencialmente significativos é a capacidade do aprendiz de estabelecer relações de forma não-arbitrária e substantiva com a sua estrutura cognitiva idiossincrática, ou seja, com aquilo que é seu, que faz parte de seu construto mental (ARAGÃO, 1976). Segundo Ausubel, quando essas relações são estabelecidas, a experiência cognitiva produz um significado psicológico dos conceitos abordados e para ele, o qual se apresenta como um fenômeno idiossincrático.

Ausubel (apud MOREIRA, 2014) explica que o processo de aprendizagem de um novo conceito ocorre através de um processo de subordinação, que é definido como um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, o qual também se modifica. A ocorrência desse processo leva à diferenciação progressiva do conceito que atuou como subsunçor.

Em outras situações, ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no decorrer de novas aprendizagens, ser reconhecidas como relacionadas. Desta forma, novos conceitos são adquiridos e elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar de modo a adquirir novos significados. Esse processo de retificação/recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é conhecido como reconciliação integrativa.

Dessa forma, ao assumirmos uma AS, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa irão ocorrer intrinsecamente. Ausubel indica, no entanto, que a diferenciação progressiva é um princípio metodológico de uma matéria de ensino, de modo que quando se inicia uma abordagem, indica-se proposições mais gerais e inclusivas dos conceitos e, progressivamente, produzem-se diferenciações no tocante a detalhes e especificidades. Isto porque

1) é menos difícil para seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas; 2) a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas e gerais estão no topo e, progressivamente incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados (AUSUBEL apud MOREIRA, 2014, p. 169).

Assim, o processo de reconciliação integrativa é o princípio segundo o qual a aprendizagem dos conceitos permita explorar relações entre as ideias, apontando, assim, similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Ferramentas como o uso de organizadores prévios e de mapas conceituais podem demonstrar, na prática, a aplicação desses princípios.

A TAS apresenta-se como um contributo à forma de organização dos conceitos escolares e à compreensão do modo como o aluno aprende. Do ponto de vista metodológico, aconselha-se uma ênfase a abordagens que levem em consideração as bagagens pessoais do aluno, seus conhecimentos prévios e, sobretudo, o funcionamento de sua estrutura cognitiva.

A construção da presente proposta pedagógica levou em consideração, sob este ponto de vista, a perspectiva da Interdisciplinaridade e a Teoria da Aprendizagem Significativa como pressupostos teóricos para a intervenção didática. Também, considerando o exposto anteriormente, oferece-se subsídios aos docentes, para que estes, planejem, conduzam e reflitam suas aulas de forma crítica. Desta forma, o professor não estará pautando sua prática pela intuição ou por discussões superficiais, sobre o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estes, envolvem uma grande quantidade de variáveis a serem consideradas e discutidas.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo se abordará a metodologia utilizada para a intervenção didática proposta. Assim, se caracterizam o espaço e os sujeitos da pesquisa, a proposta (construção e aplicação) e a metodologia de avaliação da pesquisa, discutindo como se deu a coleta e análise dos dados.

5.1 Caracterização do espaço e dos sujeitos da pesquisa

A intervenção didática, desenvolvida mediante a aplicação do produto educacional que compreende a UEPS e o material de apoio, foi realizada em uma escola da rede pública estadual localizada em um bairro na periferia do município de Passo Fundo. A escola oferece Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA) para as séries finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio.

A escola foi escolhida pelo fato de ser o campo de exercício profissional do pesquisador que atua no Magistério Público Estadual do Rio Grande do Sul, na segunda e terceira séries do Ensino Médio, na disciplina de Química, área de Ciências da Natureza.

A turma selecionada para aplicação do trabalho foi uma dentre duas do 3º ano do Ensino Médio, constituída de 11 alunas e 15 alunos, com idades entre 16 e 19 anos. As motivações para isso foram duas: a primeira diz respeito ao seu perfil, já que é constituída de alunos agitados, com dificuldade de atenção; a segunda decorreu do contato professor-aluno, o qual foi determinante porque, nesta turma, o pesquisador também atua como professor da disciplina de Seminário Integrado. Assim, têm-se cinco períodos semanais de contato com o professor de Química (02 na disciplina e 03 no Seminário Integrado), o que auxilia na proximidade entre professor e discentes. Nesse trabalho, os alunos serão denominados pela letra A seguida de um número (A1 – A26).

Com o objetivo de conhecer melhor os estudantes, seu contexto e o que esperam da escola, foi aplicado um questionário (o qual encontra-se descrito no Apêndice A). Seus resultados estão apresentados no capítulo 6.

5.2 Concepção e construção da proposta

A temática específica deste trabalho, vitaminas, levou em consideração o tema integrador escolhido pelo grupo de professores da área de Ciências da Natureza da escola, para os anos de 2014 e 2015, no caso Nutrição. Com a possibilidade da articulação entre as disciplinas, objetivo do tema integrador, buscou-se realizar a reorganização curricular entre os

conceitos de Química e Biologia para o 3º ano do Ensino Médio. A razão para a escolha da abordagem entre estas disciplinas, reside no fato da grande quantidade de conceitos químicos envolvidos no 3º ano e que são relevantes para a constituição do conhecimento biológico, por exemplo, os da unidade de Bioquímica. Tais conceitos são trabalhados na Biologia ainda no 1º ano, exigindo um nível grande de abstração do aluno, o qual apenas começará o estudo de estruturas e classes de compostos orgânicos (dentre estas, as classes bioquímicas) no último ano do Ensino Médio. Wirzbicki e Zanon (2013) apontam essa questão:

Neste trabalho a atenção volta-se à compreensão por parte de professores em formação sobre processos de relação entre os conceitos estruturantes do pensamento próprio à Biologia, que necessitam de serem significados na escola. O foco da nossa discussão está situado na ampla tendência de se ensinar os conteúdos de Citologia e Biologia Molecular no 1º ano do Ensino Médio (EM) ainda que os mesmos exijam graus elevados de abstração e que sua compreensão requeira a mobilização de uma trama de interrelações entre conhecimentos submicroscópicos, em nível atômico molecular (p. 4).

Considerando o acima exposto, pensou-se em construir uma proposta focando as *vitaminas*, uma das classes bioquímicas importantes dentro do tema central *nutrição*, tendo como base a TAS e a sistemática para a abordagem dos conteúdos organizada na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Para a implementação desta foi necessário, também, elaborar um material de apoio envolvendo esses conteúdos. A seguir se descreve essas etapas.

5.2.1 Elaboração do material de apoio

Segundo Correia (et al., 2004), apesar da Bioquímica ser um nicho interdisciplinar de Química e Biologia, as relações ocorrem superficialmente no Ensino Médio devido à falta de material didático que explore de forma mais adequada essa interação. Desta forma, esta carência de material didático estruturado de forma interdisciplinar, levou a necessidade de elaboração de um material de apoio (Apêndice E) para ser utilizado ao longo da aplicação da intervenção didática tanto nas aulas de Química como de Biologia. Previamente à elaboração desse material foi realizada a construção de um mapa conceitual para sistematizar as relações estabelecidas entre os conceitos disciplinares definidos pelos professores. A Figura 1 traz o mapa conceitual elaboração em conjunto pelos professores.

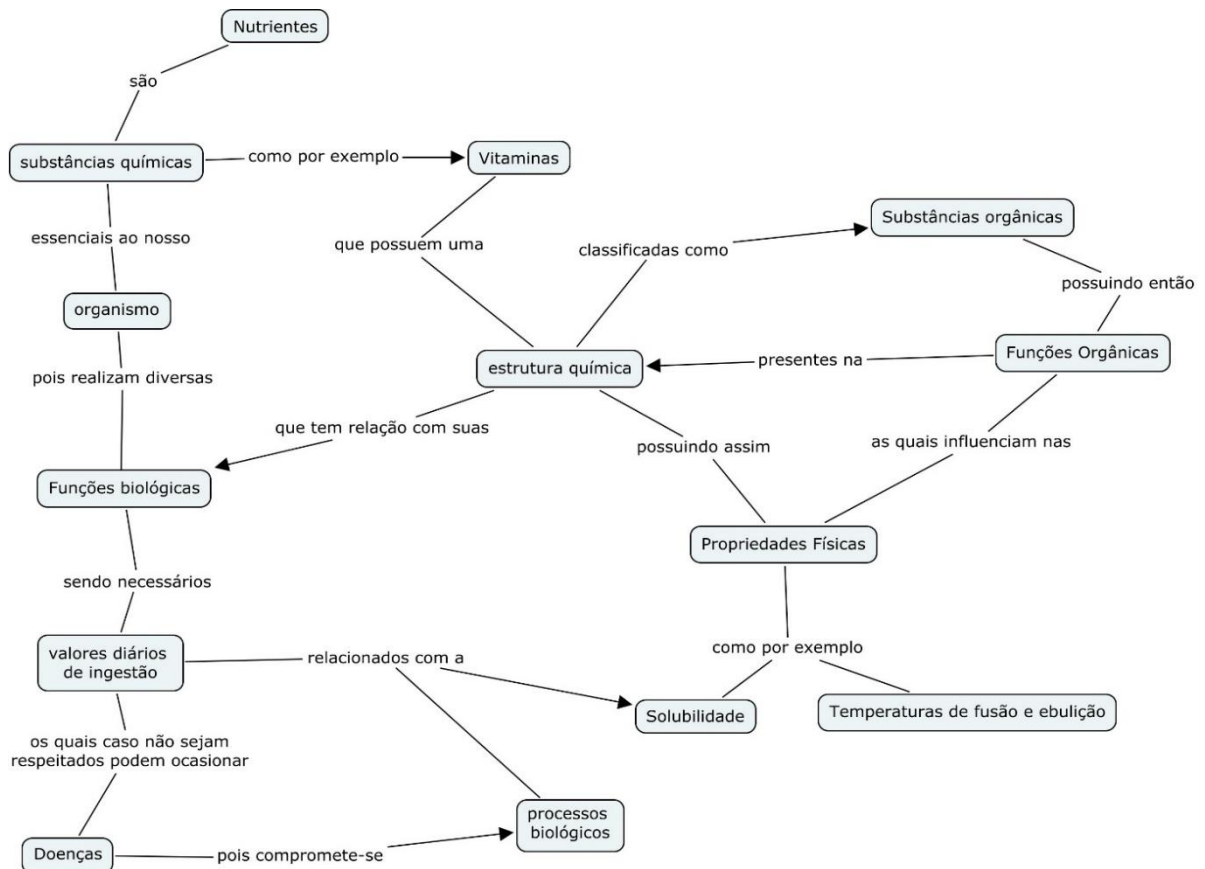


Figura 1 - Mapa conceitual elaborado pelos professores, com os conceitos articuladores.

Na elaboração desse material foram utilizados livros de Bioquímica adotados no Ensino Superior, Biologia e Química, bem como livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD para o ano de 2015. O quadro 2 traz as informações relacionadas aos livros utilizados.

Quadro 2- Livros utilizados na elaboração do material de apoio da UEPS.

Nível	Título	Autor (es)	Editora	Ano de Publicação ou Elaboração
Ensino Superior	Química Orgânica: compreendendo a ciência da vida. 2ª edição	Maria Gerenutti e Sandra Regina Rissato	Átomo	2008
	Bioquímica: Texto e Atlas. 3ª Edição	Jan Koolman e Klaus-Henrich Röhm	Artmed	2005
	Bioquímica. 5ª Edição	Laurence Moran, Robert Horton, Gray Scrimgeour, Marc Perry	Pearson	2013
	Introdução à Química Geral, Orgânica e Bioquímica. 9ª Edição.	Frederick Bettelheim, William Brown, Mary Campbell e Shawn Farrel	Cengage	2013
	Química. Volume 3	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Scipione	2014

Ensino Médio	Química na abordagem do cotidiano. Volume 3	Francisco Miragaia Peruzzo e Eduardo Leite do Canto	Moderna	2006
	Biologia. Volume 1.	Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Sergio Rosso	Saraiva	2014
	Biologia. Volume 1.	Vivian Lavander Mendonça	AJS	2014
	Biologia em Contexto. Volume 1.	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	2014

Fonte: Autor.

5.2.2 Elaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Considerando que o produto se constitui em uma UEPS, a seguir será apresentada uma breve revisão sobre o que são e de como são constituídas. As UEPS foram propostas por Moreira (2011) e são sequências didáticas fundamentadas em teorias de aprendizagem, essencialmente na TAS. Moreira sugere, alguns passos para a sua implantação, discutidos a seguir, os quais balizaram a construção da proposta desse trabalho.

- *Situação inicial:* fazer uso de uma discussão breve sobre algo que seja da realidade dos estudantes, estimulando, assim, o surgimento de ideias iniciais nos alunos a respeito do tema em questão. É importante que o professor conheça o contexto da turma, de modo que a situação introduzida chame a atenção dos alunos e os estimule a pensar sobre ela. Torna-se relevante instigar a discussão entre os estudantes sobre a situação.
- *Situação-problema:* utilizar uma situação real apresentada através de uma reportagem, vídeo, etc., que leve os alunos a discutir e fazer comentários sobre o tema. Aqui, já podem aparecer os conceitos que serão discutidos, de forma que sejam comentados pelo professor; contudo, ainda não é o caso de explicá-los. O objetivo da situação-problema é dar sentido inicial ao que se deseja ensinar, mas para isso os alunos devem perceber tais conceitos como problemas, para, então, pensar sobre eles e ser capazes de modelá-los mentalmente. As situações-problema podem ser utilizadas também como organizadores prévios. Moreira (2011) traz como exemplos de situações-problema a utilização de simulações computacionais, vídeos, problemas da vivência dos estudantes, reportagens e discussões realizadas pela mídia. Segundo o autor, deve-se manter o cuidado que as mesmas sejam acessíveis aos estudantes.
- *Exposição dialogada e aprofundamento:* é a apresentação dos conceitos, os quais se justificam mediante as situações apresentadas anteriormente (situação-inicial e situação-problema). Os conceitos devem atuar como suporte à resolução e

modelagem das situações discutidas. Dentro da proposta dos conceitos a serem discutidos dentro da UEPS, devem agora ser apresentados os conceitos mais gerais e estruturantes, levando em consideração o processo de diferenciação progressiva.

- *Nova situação-problema (em nível mais alto de complexidade)*: mediante a introdução de uma situação-problema, diferente das anteriores e mais complexa que elas, apresentam-se problemas que os conceitos trabalhados até então não deram conta de resolver ou compreender. Após a introdução, o professor, com os estudantes, deve discutir aqueles problemas recém-aventados ao ponto que os estudantes percebam a necessidade de novos conceitos para satisfazê-los. É importante a retomada dos conceitos estruturantes em um nível crescente de complexidade.
- *Avaliação somativa individual*: Essa avaliação pode se constituir mediante a realização de atividades de sistematização individuais pelos estudantes, como, por exemplo, exercícios, construção de cartazes, atividades em duplas ou em grupos, leituras de textos de apoio. A realização de atividades colaborativas entre os estudantes também é relevante e as mesmas devem ser propostas pelo professor na forma de trabalhos em grupos, por exemplo. O principal, segundo o autor, é que o professor esteja atento, durante a implementação da unidade, a todas as evidências de aprendizagem externadas pelos estudantes. A expressão *avaliação somativa individual* adotada por Moreira é no sentido de que, no final da abordagem dos conceitos, o professor realize uma avaliação em que utilize situações diferentes das propostas e que impliquem captação dos significados por parte dos estudantes para resolvê-las. Mas, o autor pontua que é importante compreender que a avaliação da aprendizagem, deve ocorrer durante todo o processo de implementação da UEPS e não somente após a abordagem dos conceitos.
- *Aula expositiva dialogada integradora final*: após a interpretação das evidências de aprendizagem externadas pelos estudantes durante a realização das atividades colaborativas e individuais, o professor deve retomar os conceitos necessários, de modo a fazer um fechamento. Neste passo, deve-se estimular os estudantes a manifestar suas dúvidas e dificuldades de compreensão. Os conceitos gerais e estruturantes devem ser retomados em conjunto com os mais específicos, privilegiando um nível crescente de complexidade.

- *Avaliação da aprendizagem:* a avaliação da aprendizagem do aluno deve estar baseada nas evidências externadas durante a implementação da UEPS, nos registros realizados pelo professor, nos questionamentos realizados durante o processo e na avaliação somativa. Moreira destaca que a UEPS somente será exitosa se a avaliação de desempenho dos alunos fornecer evidências da AS, as quais podem ser interpretadas como captação de significados, compreensão, capacidade de explicação e de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. O autor destaca, ainda, que o processo de AS é progressivo; portanto, a avaliação da aprendizagem deve ser feita com ênfase em evidências durante o processo e não em comportamentos finais.
- *Avaliação da UEPS:* constitui-se no momento em que o professor avalia o que foi proposto, baseando-se de forma igualitária nas evidências de aprendizagem manifestadas pelos alunos, na postura e envolvimento dos alunos durante a UEPS e nos registros que realizou durante a aplicação. Desta forma, o professor pode repensar a sua abordagem e sua prática.

Tendo como base esses passos sugeridos por Moreira, a UEPS sobre vitaminas foi construída. Neste momento é interessante colocar que previamente à aplicação da UEPS duas etapas foram introduzidas, as quais foram denominadas de Pré-unidade e Pré-UEPS.

Pré-unidade

Esta ocorreu quando os estudantes estavam ainda no 2º ano do Ensino Médio, os professores de Química e Biologia solicitaram trabalhos de pesquisa sobre os tipos de adulteração no leite e a influência da raça do gado sobre a produtividade, bem como a análise de reportagens sobre o leite e sua cadeia de produção local. Os alunos deveriam entregar os trabalhos em uma pasta contendo reportagem pesquisada/analísada e, principalmente, os relatos que elaboraram com base nas leituras realizadas aos professores.

Nas aulas, a Pré-unidade correspondeu ao trabalho com as propriedades coligativas (na Química) e a com genética e os reinos (na Biologia). Ainda nesta etapa, os estudantes iniciariam o processo de familiarização na utilização de mapas conceituais (MC), o que ocorreu no final do 2º ano, ao realizarem atividades de sistematização orientadas pelo professor de Química, indicando sistematicamente os conceitos trabalhados.

Também, foram promovidas discussões e debates a partir da leitura de textos de apoio (de Química no Anexo A e Biologia no Anexo B)⁴ usados em aula. Nesse contexto, os textos atuaram como organizadores prévios dentro da perspectiva da Aprendizagem Significativa (AS).

Pré-UEPS

No segundo momento, foi aplicada a Pré-UEPS sobre o leite, com o objetivo de introduzir conceitos-chave iniciais das disciplinas de Química e Biologia, os quais seriam necessários para o desenvolvimento do presente produto educacional. O quadro 3, descreve os tópicos abordados, conceitos envolvidos e o tempo previsto para aplicação da Pré-UEPS.

Quadro 3- Pré-UEPS – O leite nosso de cada dia.

Pré-UEPS – O Leite nosso de cada dia					
Aula	Sequência	Biologia		Química	
		Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
1	1. Situação inicial	Mamíferos, importância do leite materno e da amamentação.	1 período	Café da manhã de abertura com derivados do leite e identificação dos produtos lácteos.	1 período
2	1. Cont. Situação inicial 2. Situação problema 3. Exposição dialogada aprofundamento	Reportagens: Biologia: Higiene e importância do leite. Vídeo: Higiene, rentabilidade e agilidade no processo.	1 período	Razões das adulteração e substâncias químicas utilizadas. Estabilidade do leite com consequente manutenção das características nutricionais.	1 período
3	3. Exposição dialogada aprofundamento	Conceito de nutriente, importância do organismo.	1 período	Nutriente como substância química. Estruturas dos nutrientes e das substâncias que não são nutrientes. Aplicações tecnológicas da Química (reações Químicas utilizadas na fabricação de iogurtes, queijos, por exemplo).	1 período

⁴ Os seguintes textos foram usados como auxílio na discussão realizada acerca do leite: SILVA, Livia Cavaletti Corrêa da. et al. *Influência da água e do álcool na densidade e no ponto de congelamento do leite*. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10712.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015; MILKNET – Tudo sobre laticínios e produtos lácteos. *A influência da raça na produção e qualidade do leite*. Disponível em: <http://www.milknet.com.br/?pg=artigos_tecnicos&id=6&local=1>. Acesso em: 31 maio 2015. Além disso, também um vídeo foi utilizado na discussão da segunda aula (Biologia), conforme quadro acima: FAZENDA FIGUEIREDO. *Você já imaginou uma fazenda onde quase tudo é automatizado?* Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1uOpkNeZrz0>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

Pré-UEPS – O Leite nosso de cada dia					
Aula	Sequência	Biologia		Química	
		Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
4	4. Nova situação problema 5. Avaliação somativa individual	Riscos à saúde dos conservantes presentes nos alimentos. Riscos da ingestão exagerada de algum nutriente. Doenças causadas pela ingestão em excesso de alguns nutrientes.	1 período	Representações utilizadas na Química Orgânica. Tecnologia aplicada na produção de alimentos e alimentos fortificados (leites especiais ou enriquecidos). Atividades de Sistematização.	1 período
5	6. Aula expositiva final	Correção e discussão Atividades de Sistematização e elaboração do mapa conceitual dos conceitos construído pela professora e posterior construção do mapa pelos estudantes.	1 período	Correção e discussão Atividades de Sistematização. Aula expositiva final	1 período
6	7. Avaliação da aprendizagem 8. Avaliação da UEPS	Construção do painel com as substâncias pesquisadas.	1 período	Elaboração do MC dos conceitos construídos pelo professor e posterior construção destes pelos estudantes.	1 período
Total de aulas			6		6

*Cada período corresponde a 50 minutos.

Fonte: autor.

UEPS (produto educacional)

Aqui será apresentada a intervenção didática (UEPS) que faz parte do produto. Esta contempla os seguintes conceitos: representação estrutural de substâncias químicas, funções orgânicas, propriedades físicas de substâncias orgânicas (solubilidade/temperatura de fusão/temperatura de ebulição), disponibilidade, funções biológicas e doenças relacionadas às vitaminas (hipovitaminose/hipervitaminose).

O quadro 4 descreve sucintamente os tópicos abordados e os conceitos envolvidos em cada disciplina; dentro dos passos da UEPS.

Quadro 4- UEPS – Descrição da UEPS.

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo	Detalhamento	Tempo
1. Situação inicial	Importância dos nutrientes. Como a população brasileira se alimenta? Discussão do cardápio dos estudantes. Quais alimentos ingeridos no dia-a-dia contêm vitaminas?	1 período	Retomada da ideia do conceito de nutriente enquanto substância química. Quais vitaminas os estudantes conhecem? Apresentação da estrutura de algumas vitaminas.	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo	Detalhamento	Tempo
			Retomada da ideia de substâncias orgânica.	
2. Situação problema	Retomada da discussão sobre os hábitos alimentares da população brasileira. Importância da ingestão de vitaminas e funções biológicas. Basta somente ingerir a vitamina D? Riscos dos atuais hábitos da população. Quais alimentos contêm vitamina D e respectivas quantidades. Apresentação IDR.	1 período	Leitura e discussão de reportagem sobre a Vitamina D. Análise da estrutura de algumas vitaminas, analisar os átomos que a compõe. Discussão da relação entre estrutura química e propriedades nutricionais/bioquímicas.	1 período
3. Exposição dialogada aprofundamento	Doenças associadas a carência da vitamina B3 (pelagra, fraqueza muscular, dificuldade de digestão e erupções cutâneas). Quais alimentos contêm vitamina A e respectivas quantidades. Apresentação IDR. Introdução da ideia de hipervitaminose e hipovitaminose.	1 período	Apresentação das funções orgânicas: 1. Amina e Ácido carboxílico (Vitamina B3). 2. Álcool (Vitamina A) – Discussão sobre a Adição de Álcool etílico em leite.	1 período
	Doenças associadas a carência da vitamina A. Discussão sobre a Xerofthalmia, abaixamento da imunidade, diminuição de crescimento (raquitismo), cálculos renais. Discussão sobre a Vitamina E, doenças relacionadas: importância para o sistema neurológico, fertilidade e produção de hormônios. Quais alimentos contêm vitamina E e respectivas quantidades. Apresentação IDR.	2 períodos	Éter (Vitamina E). Responsabilidade da indústria sobre a Adulteração no Leite (Texto de Apoio MAPA). 4. Aldeído (Formaldeído). 5. Cetonas (Vitamina K).	1 período
	Continuação discussão Vitamina E, abordagem dos mecanismos de absorção de nutrientes no organismo humano, ênfase na absorção intestinal. Ingestão de polivitamínicos por pacientes que foram submetidos a cirurgias bariátricas.	1 período	Éster (Vitamina C). Discussão sobre o Escorbuto. Atividade Experimental: Investigando o teor de Vitamina C presente em alguns alimentos.	1 período
	Retomada dos conceitos relacionados ao sistema digestivo e relação com indivíduos submetidos a cirurgias bariátricas e a necessidade de uma boa mastigação dos alimentos.	1 período	Precusores de Vitaminas: Hidrocarbonetos. Regras básicas de nomenclatura para funções orgânicas. Atividades de sistematização.	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo	Detalhamento	Tempo
	Riscos da adição de <i>formol</i> no leite.			
4. Nova situação problema	Mecanismos de coagulação do sangue e Vitamina K: importância para recém-nascidos e indivíduos adultos. Realização de Atividades de Sistematização (exercícios em duplas).	1 período	Vitaminas Lipossolúveis e Vitaminas Hidrossolúveis: agrupar vitaminas trabalhadas durante a abordagem das funções orgânicas segundo sua quantidade diária recomendada de ingestão. Retomada de conceitos Ligação Covalente Polar e Apolar.	1 período
	Escorbuto e Vitamina C. Histórico do escorbuto. Discussão da Atividade Experimental sobre o Teor de Vitamina C em diferentes alimentos, e retomada da questão, como estamos nós alimentando?	1 período	Retomada de conceitos: Polaridade das Moléculas. Utilização de Simuladores: Polaridade da Molécula. Interações intermoleculares (esta etapa constitui a unidade das propriedades físicas de compostos orgânicos - polaridade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição)	1 período
	Precusores vitamínicos, conceituação, exemplos e importância. Relação betacaroteno com a pigmentação da pele (bronzado). Vitaminas Lipossolúveis e Hidrossolúveis, conceituação e discussão dos IDRs.	1 período	Solubilidade em água, fatores que influenciam a solubilidade: foco nas vitaminas. Utilização de simuladores: interações intermoleculares e solubilidade.	1 período
	Continuação da discussão sobre solubilidade de vitaminas e IDRs, somente a solubilidade define o IDR de uma vitamina?	1 período	Atividades Experimentais sobre solubilidade: Investigando as interações intermoleculares. Comparação da solubilidade de diferentes solventes. Polaridade e cromatografia em papel.	2 períodos
	Retomada da discussão sobre funções biológicas dos nutrientes, com ênfase nas vitaminas. Como diagnosticar quadros de hipovitaminose e hipervitaminose?	1 período	Relação interações intermoleculares com temperatura de fusão e ebulição	1 período
	Realização de trabalhos com exames de sangue de dosagem de vitaminas. Comparação de resultados. O que pode ser feito?	1 período	Resolução de Atividades de Sistematização.	1 período
6. Aula expositiva final	Discussão sobre o trabalho realizado pelos estudantes sobre indivíduos com hipervitaminose ou hipovitaminose, o que pode	1 período	Correção das atividades de Sistematização e retomada pelo professor dos conceitos abordados. Sistematização dos conceitos abordados.	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo	Detalhamento	Tempo
	ser feito? Ênfase na mudança da dieta alimentar.			
7. Avaliação da aprendizagem	Preparação do Trabalho em Grupo. Alunos também deveriam construir um cardápio semanal em que fossem contemplados alimentos que contenham vitaminas.	1 período	Preparação do Trabalho em Grupo	1 período
	Apresentação do Trabalho em Grupos	2 períodos	Apresentação do Trabalho em Grupos	2 períodos
8. Avaliação da UEPS	A avaliação da UEPS se baseará na busca por evidências da aprendizagem manifestadas pelos estudantes, tanto nas atividades individuais quanto nas colaborativas.		A avaliação da UEPS se baseará na busca por evidências da aprendizagem manifestadas pelos estudantes, tanto nas atividades individuais quanto nas colaborativas.	-

Fonte: autor.

A seguir estão descritas as atividades previstas para cada aula de Química, as quais também se encontram no produto educacional, Apêndice C.

Passo 1 - Situação inicial

Aula 1

- **Detalhamento:** retomada da ideia do conceito de nutriente, nutriente enquanto substância química. Quais vitaminas os estudantes conhecem? Apresentação da estrutura de algumas vitaminas. Retomada da ideia de substâncias orgânica. Atividade 1: quais vitaminas os estudantes (eles) conhecem?

Nesta atividade é importante que o professor estimule os estudantes a expor o nome das vitaminas que conhecem e, ainda, as funções das mesmas no organismo. Registrar os relatos dos estudantes no quadro para posterior sistematização. Aqui, surgirá a situação inicial (quadro 4) que será o ponto de partida para a situação-problema que será proposta posteriormente. Sugere-se que o estudante seja estimulado pelo professor a externar seus conhecimentos prévios, ainda que em desacordo com o conceito científico.

Após, convidar os estudantes, a revisitar os registros da atividade de identificação dos nutrientes nos rótulos de produtos derivados do leite (realizada ainda na Pré-UEPS), de modo que observem se estão presentes nestes. Em estando, listar o nome de cada uma. Essa etapa é de extrema importância, tendo em vista que, segundo Gowin (apud MOREIRA 2011), é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conteúdo e, nesse sentido, a

composição nutricional de produtos nutricionais é algo potencialmente significativo para os estudantes.

O professor pode retomar, então, o conceito de substâncias orgânicas e apresentar a estrutura das vitaminas listadas pelos estudantes, revendo ainda as formas de representação utilizadas pela Química (fórmulas molecular e estrutural) e o conceito de nutriente enquanto substância química introduzido na etapa anterior, na Pré-UEPS.

Passo 2 - Situação problema

Aula 2

- Detalhamento: leitura e discussão de reportagem sobre a vitamina D. Análise da estrutura de algumas vitaminas e dos átomos que a compõem. Discussão da relação entre estrutura química e propriedades nutricionais/bioquímicas.

Nesta etapa é proposta a situação-problema, em nível introdutório, utilizando os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes na situação inicial, para o início da abordagem dos conceitos. Esta deve funcionar como organizador prévio, sendo, então, a ponte entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os conhecimentos que se pretende que eles se apropriem para que ocorra a aprendizagem.

Nesse sentido, a proposta é a leitura e discussão de uma reportagem sobre a importância da vitamina D e, por consequência, da importância das vitaminas para o funcionamento do organismo humano. Na sequência faz-se a análise da estrutura de algumas vitaminas, representadas no material de apoio, o qual detalhará, além disso, valores diários de referência, bem como doenças causadas pela sua carência. Os alunos serão estimulados a analisar as estruturas com relação: a) à saturação e insaturação: ocorrência de ligações simples, duplas ou triplas; b) aos átomos presentes na estrutura.

Passo 3 - Exposição dialogada aprofundamento

Aula 3

- Detalhamento: apresentação das funções orgânicas: 1. Amina e Ácido carboxílico (Vitamina B3). 2. Álcool (Vitamina A) – Discussão sobre a Adição de Álcool etílico em leite.

Iniciar a apresentação dos conceitos a serem aprendidos. Levar em consideração o processo de diferenciação progressiva, iniciando-se, então, com aspectos mais gerais (conceito de função orgânica e grupo funcional), buscando, assim, uma visão do todo.

Assim, o professor introduzirá o conceito de função orgânica e de grupo funcional mediante a análise dos átomos presentes nas estruturas. Aqui se ressalta com os estudantes que

as diferentes estruturas das vitaminas, e das substâncias orgânicas como um todo, conferem às mesmas diferentes propriedades e funções. A discussão entre estrutura química e propriedades nutricionais/funcionais deve ser estimulada.

Apresentar as funções orgânicas Amina e Ácido Carboxílico, mediante a análise da estrutura da vitamina B3. Paralelamente, discutir ainda as quantidades de referência para ingestão da vitamina B3.

Realizar a discussão da reportagem sobre a adição de álcool etílico no leite, motivações, efeitos e riscos no organismo.

Aula 4

- Detalhamento: Éter (Vitamina E). Responsabilidade da indústria sobre a Adulteração no Leite (Texto de Apoio MAPA). Aldeído (Formaldeído). Cetonas (Vitamina K).

Segue-se o processo de diferenciação progressiva por meio da apresentação de cada função orgânica da unidade de ensino; a partir da estrutura da Vitamina E, fazer o reconhecimento da função éter, promover a discussão dos valores diários de ingestão.

Discutir com os estudantes, na forma de pequenos tópicos, o texto divulgado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária sobre a Responsabilidade da indústria sobre a Fraude no Leite estimulando a discussão que o texto traz sobre a presença de formol no leite: razões, causas e efeitos da presença de formaldeído no leite. Apresentar, então, a função orgânica aldeído.

Usando a estrutura da vitamina K, fazer o reconhecimento da função orgânica cetona, indicando também os valores diários de ingestão.

Aula 5

- Detalhamento: Éster (vitamina C). Discussão sobre o Escorbuto. Atividade Experimental: investigando o teor de vitamina C presente em alguns alimentos.

Apresentar aos alunos o vídeo *I Feel Orange*⁵ e discutir com eles a importância da vitamina C, a partir do resgate do ponto de vista histórico, do enfoque nas grandes navegações e no combate ao Escorbuto. Construir a estrutura da vitamina C, abordando o grupo funcional éster. Ésteres cíclicos são denominados, de forma mais específica, lactonas, mas o professor não precisa entrar neste grau de especificidade.

⁵ CITRUS BR. *I Feel Orange*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qw3-HjCYJQM>>. Acesso em: 06/02/2015

Realizar a atividade experimental sobre o teor de vitamina C nos alimentos analisados (LUCA, 2013), procurando questionar os estudantes sobre suas hipóteses com relação a qual ou quais dos alimentos analisados deve conter maior concentração de vitamina C. Discutir os resultados do experimento com os estudantes, contrapondo as hipóteses levantadas com os resultados obtidos.

Aula 6

- Detalhamento: precursores de vitaminas: hidrocarbonetos. Regras básicas de nomenclatura para funções orgânicas. Atividades de sistematização.

Retomar com os estudantes o significado do conceito de vitamina, resgatando a ideia de que são substâncias químicas essenciais ao organismo e que não são sintetizadas por ele. Nesse contexto, introduzir a ideia dos precursores vitamínicos, como o betacaroteno, apresentando sua estrutura e abordando, então, a função hidrocarboneto.

Construir com os estudantes, mediante a discussão e a retomada das diversas estruturas abordadas, a necessidade de se realizar a nomenclatura das substâncias químicas, apresentando, então, as regras básicas de nomenclatura para as funções orgânicas vistas até então. Porém, deve-se considerar que a nomenclatura não seja o centro das discussões, mas uma ferramenta e uma linguagem da Química.

Nesta aula serão realizadas atividades de sistematização sobre a nomenclatura e o reconhecimento de funções, Atividade 1, a qual encontra-se no Apêndice E – Material de Apoio UEPS. O objetivo é realizar a apresentação da estrutura de outras substâncias orgânicas, além das vitaminas. A realização das atividades de sistematização carece de atenção do professor, pois a avaliação da UEPS é contínua e progressiva. Assim, o docente deve estar atento às evidências da aprendizagem significativa, bem como, caso ocorram dificuldades para realizar as atividades ou a demonstração de conceitos errôneos pelos estudantes, necessita interferir e auxiliar os estudantes em eventuais dificuldades.

Passo 4 - Nova situação problema

Aula 7

- Detalhamento: vitaminas lipossolúveis e vitaminas hidrossolúveis: agrupar vitaminas trabalhadas durante a abordagem das funções orgânicas segundo sua quantidade diária recomendada de ingestão. Retomada de conceitos de Ligação Covalente Polar e Apolar.

Aqui se inicia uma nova situação-problema com conceitos a serem aprendidos em um nível maior de complexidade. Utiliza-se conceitos abordados na situação-problema inicial de

forma que se chegue à reconciliação integrativa entre os conceitos iniciais e os conceitos a serem aprendidos. Começa-se a verificar a diferença de propriedades e o que a presença do grupo funcional na estrutura influência nas propriedades.

Retomar com os estudantes a discussão realizada ao abordar as vitaminas, sobre as necessidades diárias de ingestão de cada vitamina. Construir com os estudantes um quadro em que estejam disponíveis as informações: Nomenclatura usual; Nomenclatura IUPAC; Fórmula molecular; Fórmula estrutural e Valores diários de ingestão recomendados, com auxílio da internet.

Após a construção do quadro, o professor discutirá com os estudantes a análise dos dados e buscará associar ou verificar o que há em comum entre as estruturas das vitaminas que necessitam maiores valores de ingestão e menores. Introduzir o conceito de vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis.

Aula 8

- Detalhamento: retomada de conceitos de polaridade das moléculas. Utilização de Simuladores: polaridade da molécula. Interações intermoleculares (esta etapa constitui a unidade das propriedades físicas de compostos orgânicos - polaridade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição).

Nesta etapa é conveniente retomar o conceito de ligação covalente polar e apolar e polaridade das moléculas. Moreira (2011) sugere que, no trabalho com os conceitos complexos, sejam utilizadas ferramentas diferentes das utilizadas inicialmente. Sugere-se, assim, a utilização de um simulador. Esses conceitos são necessários para se trabalhar com as propriedades físicas de compostos orgânicos, a qual será objeto das próximas atividades. Retomar a ideia das interações intermoleculares com foco nas substâncias orgânicas, utilizar simulador⁶ para buscar construir com os estudantes o conceito de solubilidade.

Realizar atividades de sistematização sobre solubilidade de algumas substâncias orgânicas (que não as vitaminas), comparando a solubilidade delas em água e em solventes apolares, de modo que os estudantes sugiram o melhor solvente para as mesmas, buscando sempre as evidências da aprendizagem significativa ou a necessidade de interferência do

⁶ Acerca dos simuladores, cf. UNIVERSITY OF COLORADO. PHET - Interactive Simulations. *Polaridade da Molécula*. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-polarity>. Acesso em: 06/02/2015; e THE CONCORD CONSORTIUM. *Intermolecular attractions: Index – Molecular Workbench V 3.0*. Disponível em: <<http://mw2.concord.org/public/part2/vdw/index.cmL>>. Acesso em: 06/02/2015.

professor no processo. Nesta etapa se conclui o processo de diferenciação progressiva e, nas etapas subsequentes, será realizada a reconciliação integrativa.

Aula 9

- Detalhamento: solubilidade em água, fatores que influenciam a solubilidade: foco nas vitaminas. Utilização de simuladores: interações intermoleculares e solubilidade.

Retomar o quadro construído pelos estudantes e analisar as estruturas das vitaminas, procurando, em conjunto, construir relações com o que foi observado em termos de solubilidade de outros compostos orgânicos, possibilitando estabelecer análise/previsão da solubilidade de vitaminas e os valores diários recomendados de ingestão. As relações construídas, serão utilizadas como evidências de aprendizagem sobre as propriedades físicas, sendo que, essa atividade corresponde a Atividade 2, presente no Apêndice E – Material de Apoio UEPS.

Usar os simuladores como meio de sistematização de conceitos e solicitar que os estudantes representem em seus cadernos as interações entre:

- Moléculas apolares com moléculas apolares;
- Moléculas apolares com moléculas que fazem ligação de hidrogênio;
- Moléculas que fazem ligação de hidrogênio com moléculas que fazem ligação de hidrogênio.

Ao representar as interações solicitadas, os estudantes externam os conceitos construídos e o professor deve buscar evidências da aprendizagem e fazer interferências, quando e se necessário. Nesta etapa, inicia-se o processo de reconciliação integrativa entre os conceitos, de modo que os estudantes consigam associar a solubilidade das substâncias orgânicas com suas estruturas e respectivas interações intermoleculares que realizam ou podem vir a realizar.

Aula 10

- Detalhamento: atividades experimentais sobre solubilidade: investigando as interações intermoleculares. Comparação da solubilidade entre diferentes solventes. Polaridade e cromatografia em papel.

Seguir o processo de reconciliação integrativa. Para tal deve-se realizar atividades experimentais com o enfoque na solubilidade e interações intermoleculares, comparando a solubilidade de diferentes solutos. Os estudantes serão divididos em grupos para a realização

das atividades. Buscar, inicialmente, que os grupos formados registrem suas hipóteses com relação aos experimentos que serão realizados para posterior discussão.

Ao término dos experimentos os grupos terão de sistematizar para os colegas as atividades realizadas, buscando explicitar os conceitos envolvidos de modo que consigam explicar as observações feitas. Os registros referentes a essa atividade, farão parte da avaliação da aprendizagem, e estão incluídos na Atividade 3, Apêndice E.

Aula 11

- Detalhamento: relação interações intermoleculares com temperatura de fusão e ebulição.

Discutir o conceito de estado de agregação e de mudança de estado. Construir com os estudantes as relações entre as interações intermoleculares e as energias envolvidas para romper as interações e conseqüente mudança de estado. Apresentar algumas estruturas e pedir que eles estabeleçam ordem de temperatura de fusão e ebulição. O professor deve buscar efetuar o fechamento dos conceitos abordados mediante a finalização do processo de reconciliação integrativa.

Passo 5 - Avaliação somativa individual

Aula 12

- Detalhamento: resolução de atividades de sistematização.

Em grupos os estudantes, farão atividades de sistematização, as quais correspondem a Atividade 4, Apêndice E, sobre o reconhecimento de funções orgânicas e propriedades físicas (solubilidade, temperatura de fusão e temperatura de ebulição). Essa atividade será somativa, bem como, abordará todos os conceitos envolvidos e terá caráter avaliativo perante a disciplina.

Passo 6 - Aula expositiva final

Aula 13

- Detalhamento: correção das atividades de sistematização e retomada, pelo professor, dos conceitos abordados.

As atividades de sistematização realizadas na aula anterior, devem ser corrigidas pelo professor, de modo que o mesmo possa perceber as dificuldades conceituais nos estudantes, e ajudá-los a transpô-las. Nesta etapa o professor pode, caso necessário, retomar o processo de diferenciação entre os conceitos, abordando as características mais importantes destes. Porém, sugere-se fazê-lo mediante uma postura integradora, realizando, também, a reconciliação integrativa.

Passo 7 - Avaliação da Aprendizagem e Atividade de Fechamento

Aula 14

- Detalhamento: preparação do Trabalho em Grupo

Os estudantes serão divididos em grupos para realizar o trabalho. Espera-se, assim, que eles consigam externar melhor os conceitos apreendidos. O professor sorteará entre os grupos determinadas substâncias orgânicas e, posteriormente, os estudantes deverão apresentar aos seus colegas a sua substância, estrutura, nomenclatura usual, nomenclatura IUPAC, solubilidade, temperatura de fusão e de ebulição e para que ela é usada.

Aula 15

- Detalhamento: apresentação do Trabalho em Grupos

A apresentação poderá ser realizada utilizando *slides* ou cartazes elaborados pelos estudantes. O principal item de avaliação do trabalho será a oralidade dos estudantes (momento da apresentação). Torna-se relevante que os professores de Química e Biologia acompanhem a apresentação, possibilitando, assim, maior debate e questionamento.

Passo 8 - Avaliação da UEPS

A UEPS será considerada satisfatória se o professor conseguir levantar evidências da ocorrência de aprendizagem significativa que, segundo Moreira (2011), são: captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema. Segundo Moreira (2011), a busca deve ser sempre por evidências, tendo em vista que a aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo e, por isso, a ênfase não pode ser em comportamentos finais.

A avaliação da aprendizagem deve ser realizada ao longo do processo, de modo que o professor busque evidências da ocorrência da aprendizagem. Sugere-se o registro de memórias das aulas, para facilitar essa etapa. A avaliação de desempenho do aluno com relação à unidade, levará em consideração os registros de observação do professor, as atividades realizadas colaborativamente entre os estudantes e as atividades realizadas individualmente. Salienta-se que, na realização da avaliação somativa individual, devem ser utilizadas questões ou

abordagens que fujam dos temas e exemplos abordados na UEPS, de modo que se possa avaliar se os estudantes conseguem transpor os conceitos abordados para uma nova situação problema.

Também, na proposta em questão, tais evidências de AS serão analisadas sob uma perspectiva interdisciplinar, buscando verificar se os alunos conseguem perceber os conceitos de forma inter-relacionada e interdependente. Os instrumentos de coleta e análise de dados encontram-se descritos no item 5.4.

Os resultados e discussões desta sequência serão discutidos no capítulo 6.

5.3 Aplicação da intervenção didática

A intervenção didática teve início ainda no ano de 2014 e foi concluída no final do primeiro semestre de 2015. Foi dividida em duas etapas: a Etapa I consistiu na aplicação de uma Pré-Unidade e da Pré-UEPS; a Etapa II consistiu na aplicação da UEPS, a qual faz parte do produto educacional intitulado como “Vitaminas: funções, estruturas, disponibilidade e propriedades”. A figura 2 fornece uma visão geral da distribuição.

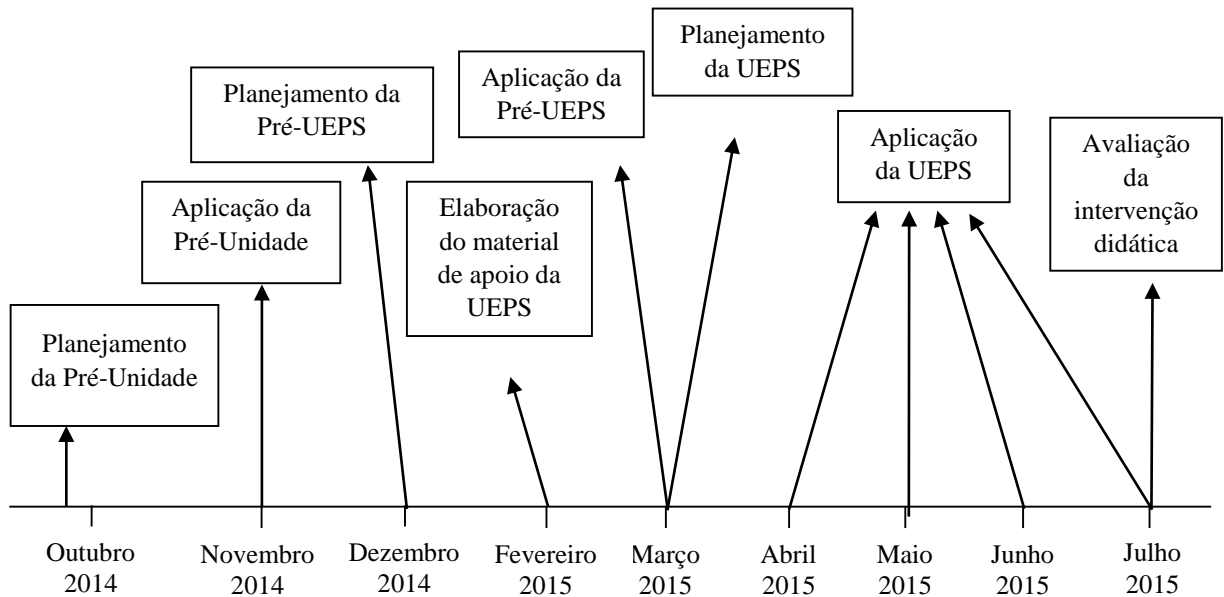


Figura 2 - Linha do tempo de desenvolvimento da intervenção didática.

Fonte: Autor ver a data da elaboração do material

A Pré-Unidade não seguiu a sequência de uma UEPS, mas buscou trabalhar conceitos necessários para a Pré-UEPS e a UEPS, bem como iniciar um processo de familiarização dos estudantes nessa perspectiva de aprendizagem. A Pré-UEPS foi aplicada no mês de março de 2015, nas aulas de Química e Biologia, por um período de seis aulas de cada disciplina. A UEPS

foi aplicada nos meses de abril, maio, junho e julho de 2015, nas aulas de Química e Biologia, por um período de quinze aulas de cada disciplina.

5.4 Metodologia da pesquisa

Os instrumentos de coleta utilizados nesse trabalho foram: atividades de avaliação dos conceitos trabalhados, contidas nos passos da UEPS, e os registros das memórias do professor, os quais foram realizados após cada aula e basearam-se em anotações das falas dos alunos, das atividades desenvolvidas e das observações do pesquisador. Os primeiros buscaram verificar evidências da ocorrência da aprendizagem significativa. Já o segundo instrumento, considerando-se os objetivos e a fundamentação teórica desse trabalho, foram fundamentais e tiveram como foco categorias estabelecidas *a priori*. A seguir são apresentadas estas categorias:

- Interação entre os professores;
- Interesse dos alunos pelas temáticas propostas;
- Resistência inicial dos estudantes em se envolver na aplicação da unidade;
- Desenvolvimento de um processo de participação ativa dos alunos nas discussões realizadas.
- Percepção de interdependência entre os conceitos por parte dos estudantes; e
- Progressiva evolução conceitual dos alunos com relação aos conceitos articuladores do trabalho.

Bogdan e Biklen (2010), destacam a importância do papel do professor, pesquisador inserido no contexto de sua pesquisa como observador.

A valorização da necessidade de o pesquisador manter o contato direto e prolongado com o mundo empírico em seu ambiente natural, uma vez que o fenômeno pode ser mais bem observado e compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte. Aqui, através de instrumentos de coleta de dados como videoteipes e gravadores, ou um simples bloco de notas; o pesquisador nas fases de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados, conta com o aspecto do seu próprio subjetivismo, suas interpretações reflexivas do fenômeno. As pesquisas qualitativas são descritivas. [...]. Não é possível compreender o comportamento humano sem levar em conta o quadro referencial e contextual de que os indivíduos se utilizam para interpretar o mundo em volta (BOGDAN, BIKLEN, 2010, p. 36).

Neste contexto, o trabalho realizado se enquadra basicamente em uma pesquisa interpretativa, como propõe Gil (2009). O autor discute que a pesquisa interpretativa é uma abordagem da pesquisa qualitativa em que o pesquisador irá descrever e interpretar o objeto de pesquisa.

Assim, o professor torna-se a principal fonte de dados, visto que são os seus registros, baseados na reflexão de suas observações, que darão subsídios para as discussões da intervenção. Esse movimento, segundo Gil (2009), se traduz em uma interação dialética contínua, de análise, crítica, reanálise, na busca do entendimento/interpretação do objeto de pesquisa. Durante a implementação da intervenção didática, esse processo deu-se, mediante a leitura e análise dos registros de observação do professor de Química, bem como, a postura adotada pelos alunos e pela professora de Biologia, análise esta, que subsidiaria a avaliação da intervenção didática.

Com relação a sua natureza, a investigação ora apresentada assume o viés de uma pesquisa aplicada, tendo em vista, que “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos [...]” (SILVA, MENEZES, 2001). Assim, a natureza dessa pesquisa, no tocante à intervenção didática realizada, permite ao professor investigar e entender as situações reais que vivencia na sala de aula e, desta forma, possibilita uma qualificação de sua prática.

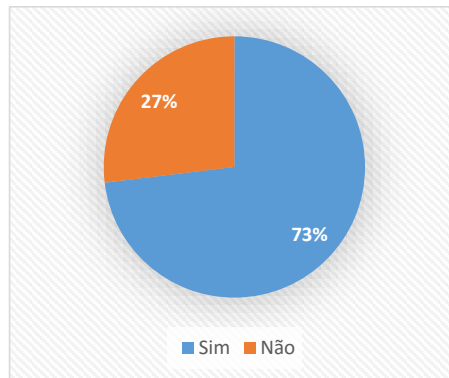
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo inicia com os dados obtidos no questionário aplicado aos alunos com o objetivo de conhecer suas percepções sobre a disciplina de química. Posteriormente, se discute a proposta em si (construção, aplicação e análise).

6.1 Retrato da realidade

Por meio do questionário (Apêndice A) aplicado aos alunos pode-se verificar que a maioria trabalha no turno inverso ao da escola (Gráfico 1).

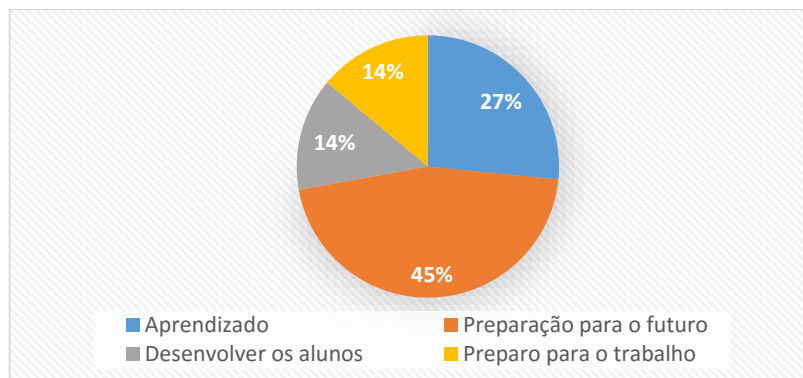
Gráfico 1 - Distribuição percentual entre os alunos que trabalham e não trabalham.



Fonte: Autor

Quando questionados sobre o que esperam da escola, os alunos destacam a formação para o futuro e a aprendizagem. As respostas fornecidas foram categorizadas em quatro grupos e são apresentadas no gráfico 2, a seguir.

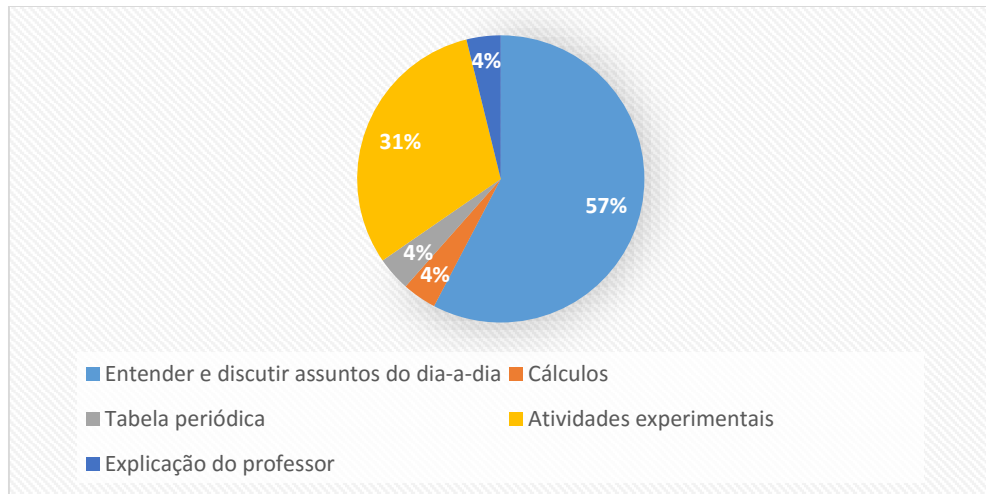
Gráfico 2 – O que você espera da escola?



Fonte: Autor.

Os alunos também foram questionados com relação ao que *gostam* e o que *não gostam* nas aulas de Química. O destaque para o que *gostam* na aula foi para a realização de atividades experimentais (31%) e a discussão e entendimento de assuntos do dia-a-dia (57%); já o que *não gostam* na aula, 60% das respostas destacaram os cálculos (gráficos 3 e 4, respectivamente).

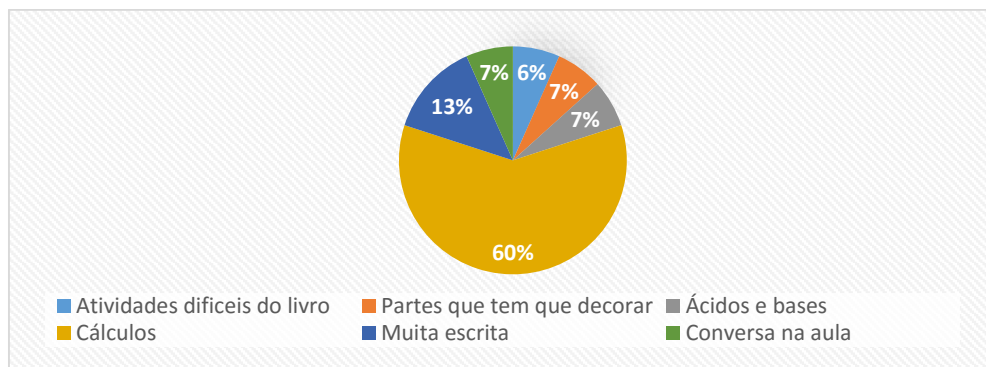
Gráfico 3 – O que gosto na aula de Química.



Fonte: Autor.

A análise das respostas dos estudantes evidencia que os mesmos percebem a disciplina de Química como importante à compreensão das situações de seu cotidiano. Significa, em outros termos, que suas situações de vivência são significativas. A realização de atividades experimentais também recebeu destaque pelos alunos, o que demonstra sua importância enquanto recurso metodológico.

Gráfico 4 – O que não gosto na aula de Química.



Fonte: Autor.

Como já mencionado, ao serem questionados com relação ao que *não gostam* na aula de Química, o destaque foi dado aos cálculos. Cabe ressaltar que não havia sido realizada nenhuma

abordagem matemática, com relação aos conceitos propostos, quando os alunos responderam a esses questionários. Deste modo, credita-se essa percepção dos alunos, aos conceitos de Química introduzidos na segunda série do Ensino Médio, os quais possuem um caráter e se utilizam de uma significação matemática. São exemplos os conceitos de soluções, estequiometria, propriedades coligativas e equilíbrio químico. Santos et al. (2013) também identificaram que, segundo a concepção dos alunos, a dificuldade que eles apresentam em aprender química está relacionada à base matemática.

6.2 Construção da UEPS

A construção da UEPS foi baseada na articulação entre os conceitos disciplinares. Em um primeiro momento foram elencadas duas situações de vivência que constituíram as duas situações-problema da UEPS, uma inicial e uma nova situação-problema, levando em consideração as etapas de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Assim, as situações selecionadas foram as seguintes:

- Situação-problema inicial: Vitamina D e suas implicações para a saúde;
- Nova situação-problema (em um mais alto nível de complexidade): vitaminas lipossolúveis e vitaminas hidrossolúveis e doenças relacionadas.

Essas situações foram consideradas potencialmente significativas para os estudantes, tendo em vista a recorrente discussão na mídia, principalmente com relação à vitamina D, acerca de pessoas que ingerem suplementos vitamínicos sem orientação médica, ignorando assim, possíveis riscos para a saúde. Tal abordagem vai ao encontro do que se propõe dentro de uma perspectiva interdisciplinar, já que conceitos disciplinares isolados não são capazes de subsidiar respostas adequadas a problemas cotidianos. E, nesse mesmo sentido, se relaciona ao que Ausubel classifica como potencialmente significativo para os estudantes, possuindo, assim, relacionabilidade não-arbitrária com a estrutura cognitiva dos mesmos. Após a escolha das situações de vivência, foram elencados os conceitos e a forma com que seriam trabalhados.

Paralelamente a construção da UEPS, seguiu-se a etapa de desenvolvimento do material de apoio, o qual seria o mesmo a ser utilizado pelos estudantes e professores durante a intervenção, em ambas as disciplinas. É importante destacar que uma das limitações para uma abordagem interdisciplinar corresponde ao material a ser utilizado. Krasilchik (1998) destaca que a configuração e o âmbito dessas disciplinas são frequentemente estabelecidos pelos livros didáticos, que delimitam os conteúdos e a sequência dos tópicos.

O principal objetivo da elaboração do material foi o de que o mesmo trouxesse os conceitos articuladores a serem abordados nas aulas de Química e de Biologia, de modo que partindo destes, os professores desenvolvessem os conceitos disciplinares.

Assim, para o desenvolvimento da “almejada interdisciplinaridade é preciso que haja ‘pontes’ entre as disciplinas, pelas quais conteúdos e conceitos possam interagir, intercomplementar-se e interrelacionar-se” (AUTH apud ABREU, LOPES, 2013, p. 89). Dessa forma, se está “permitindo uma visão mais ampla aos estudantes dos fenômenos cotidianos relacionados a aspectos estudados em sala de aula” (ABREU, LOPES, 2013, p. 89).

O trabalho com o reconhecimento das funções orgânicas foi desenvolvido de forma diferente da usual, ou seja, de modo que não fosse quebrada, a cada nova função química abordada, a relação com a situação-problema. Assim, iniciou-se com a *função amina*, porque está relacionada com a origem do nome vitaminas, ao invés de iniciar-se com a função hidrocarbonetos, como tradicionalmente ocorre. Também, buscou-se não esgotar cada função, ou seja, optou-se por não trabalhar todos os aspectos relacionados à mesma (reconhecimento do grupo funcional, propriedades, nomenclatura, etc.) antes de partir para outra função orgânica. Levou-se em consideração uma evolução conceitual dos estudantes, possibilitando um tempo maior para que a aprendizagem de cada conceito (por exemplo, grupos funcionais e suas representações) ocorresse e, por consequência, fosse mais justa com o tempo de cada um.

Essa alteração na tradicional sequência de abordagem destes conceitos de Química Orgânica torna-se possível, pois, ao chegarem ao terceiro ano do Ensino Médio, os estudantes já estão familiarizados com substâncias que apresentam átomos de vários elementos químicos. Aliás, o próprio trabalho com a tabela periódica conduz a isso.

Dessa forma, não há obrigatoriedade de se iniciar as funções pelo estudo dos hidrocarbonetos somente por serem mais simples - em termos de possuir menos átomos de elementos diferentes. Assim, considerou-se que trabalhar dessa forma com o aluno tornaria possível o estabelecimento de relações entre o conceito (função orgânica amina, por exemplo, mediante a abordagem e discussão da vitamina B₃ e o porquê as vitaminas são chamadas desta forma) com conceitos subsunçores e, ainda, mediante um processo de relacionabilidade não-arbitrária, uma vez que existem os elementos necessários na estrutura cognitiva do estudante (conhecimento de outros átomos de elementos químicos e do modelo de ligação covalente) que possibilitam a constituição de um significado psicológico desta aprendizagem.

Na Biologia também houve uma alteração na tradicional sequência de abordagem dos conceitos no decorrer do EM. A discussão de conceitos relativos à citologia é tradicionalmente realizada no 1º ano do EM, enquanto que no 3º ano do EM se discutem conceitos relacionados

à Ecologia e Evolução (WIRZBICKI, ZANON, 2013). Na construção da proposta a professora de Biologia propôs uma reorganização desta sequência, ou seja, no sentido do que propõe Wirzbicki e Zanon (2013): redirecionando os conceitos de Citologia, Nutrição Celular e Bioquímica para o 3º Ano do EM, enquanto que conceitos de Ecologia, Seres Vivos e Evolução seriam abordados no 1º Ano do EM.

Explicam Wirzbicki e Zanon (2013, p. 3).

Muitas vezes os estudos sobre a célula já são difíceis, por si só, mas a compreensão desse conceito é ainda mais dificultada quando iniciada por abordagens em nível atômico-molecular, com elevados graus de abstração, já na entrada do EM. Argumentamos em defesa de que tal estudo seja redirecionado, passando para o 3º ano do EM, quando os estudantes têm melhores condições para pensar de forma mais abstrata e já dominam importantes conhecimentos químicos necessários aos estudos da Citologia. Por outro lado, os estudos sobre os Seres Vivos, a Evolução e a Ecologia seriam realizados no 1º ano, com abordagens e compreensões sobre a célula com menor exigência de conhecimentos químicos.

A introdução de temas através de situações problema, por exemplo, permite, segundo Coelho (2014), a inserção de um discurso interativo e dialógico nas aulas de ciências, o que pode representar uma estratégia favorável à construção de significados em sala de aula, tendo em vista, principalmente, que o desenvolvimento desse ambiente dialógico pode ser facilitado quando o ensino parte de um tema de interesse dos estudantes e da ciência.

6.3 Aplicação da proposta

As primeiras etapas, que contemplam a Pré-unidade e a Pré-UEPS, foram fundamentais, pois nelas foram discutidos conceitos que serviram de subsunçores e organizadores prévios para a aprendizagem dos novos conceitos a serem abordados na unidade de ensino. Cabe lembrar, que a Pré-unidade foi desenvolvida no final do 3º trimestre do ano de 2014 (conforme Figura 2), quando a turma estava no 2º ano do EM. A Pré-UEPS foi desenvolvida logo nas primeiras semanas de aula do ano de 2015 no 1º trimestre (DA RONCH, ZOCH, LOCATELLI, 2015).

Pré-unidade

Esta parte do trabalho envolveu cinco aulas da disciplina de Química e quatro da de Biologia. Foi priorizada a introdução de mapas conceituais (MC), o que são e como se

constroem, já que, em dado momento, os estudantes seriam solicitados a elaborar um MC. Ao final, os estudantes fizeram um levantamento de reportagens, que tratavam da cadeia de produção local do leite e, tendo selecionado uma das reportagens, entregaram um breve relato sobre a mesma. Posteriormente, essas reportagens foram usadas na Pré-UEPS, onde os conceitos que serviriam de suporte para a UEPS seriam desenvolvidos.

Pré-UEPS

A Pré-UEPS está descrita no quadro 3 e foi intitulada como, *Pré-UEPS – O Leite nosso de cada dia*, a qual foi desenvolvida em 6 aulas da disciplina de Química e 6 aulas de Biologia

A sistemática de trabalho nesta etapa iniciou com a distribuição das reportagens trazidas pelos alunos no final do ano anterior (fim da Pré-unidade). Cada aluno foi solicitado a analisar e registrar em seu caderno o assunto da reportagem escolhida pelo colega. Ao final, foi elaborado, de forma colaborativa, um quadro com as categorias que emergiram dos assuntos (quadro 5).

Quadro 5- Categorização de reportagens pesquisadas.

Categoria	Número de reportagens
Adulteração do leite	11
Produtividade	3
Instalação de novas indústrias	3
Divulgação de eventos e seminários	4

Fonte: Autor.

Buscou-se dar ênfase à categoria *Adulteração do leite*, considerando que foi o assunto com maior número de reportagens selecionadas (quadro 5). A ênfase mencionada reforça, igualmente, a concepção, já discutida, de que, partindo de temas de interesse dos alunos, ou seja, sobre os quais eles podem contribuir, facilita-se a construção de significados. E, também, ao considerar as ideias apresentadas por eles, o professor se usa do discurso dialógico, permitindo que os estudantes façam relações entre as diferentes ideias.

A partir disso, então, houve discussão acerca das substâncias que foram citadas nas reportagens, como as usadas para adulterar o leite (ureia, formaldeído, peróxido de hidrogênio, álcool etílico, hidróxido de sódio, cloreto de sódio e água), as razões para a sua utilização, suas fórmulas e respectivas estruturas, de modo a introduzir a diferenciação entre substância orgânica e inorgânica e as representações utilizadas na Química Orgânica.

O material de apoio utilizado na Pré-UEPS, está descrito no Apêndice D do presente trabalho.

6.3.1 Relatos da aplicação da UEPS

A organização dos relatos da aplicação da UEPS foi realizada considerando os passos da UEPS, ou seja, cada aula prevista (Quadro 4) está relatada dentro do passo correspondente. Nestes buscou-se destacar fatos ou situações consideradas relevantes.

- Situação inicial (Aula 1- 24/04/15)

Foram verificados os conhecimentos prévios, já que tais conhecimentos haviam sido abordados na Pré-UEPS. Esse levantamento foi realizado, mediante a questionamentos realizados pelo professor. Os alunos responderam mediante verbalizações durante a discussão. Observou-se que, em alguns estudantes, já haviam os conceitos subsunçores, tais como, as representações utilizadas na Química Orgânica, o modelo de ligação covalente e, de alguma forma, o conceito do que é um nutriente, este último ainda um pouco confuso, como exemplo, o estudante A8, classificou o *ferro* como vitamina. A falta de clareza conceitual demonstrada neste caso específico, pode se traduzir em um subsunçor para uma discussão mais complexa e abrangente, sobre o que é realmente uma vitamina e quais seriam suas funções.

Os alunos foram orientados a rever seus cadernos e observar se, nos rótulos dos produtos derivados do leite, avaliados na atividade *Café da manhã com produtos derivados do leite*, realizada na Pré-UEPS, apareciam vitaminas. Eles citaram as vitaminas listadas no quadro 6, seguidas dos alimentos em que as encontraram. Na medida em que os alunos iam citando a vitamina, foi sendo apresentada a representação da fórmula estrutural das mesmas.

Quadro 6- Detalhamento de vitaminas e alimentos que continham vitaminas.

Vitamina	Produtos em que constavam na composição nutricional
A	Leite UHT integral, creme de leite, requeijão, iogurte, leite em pó, queijo prato,
E	Leite UHT integral, iogurte, leite em pó

C	Leite UHT integral, iogurte, leite em pó
Riboflavina B2	Leite UHT integral, requeijão, iogurte, leite em pó
B1	Leite UHT integral, iogurte, leite em pó
B12	Leite UHT, iogurte, leite em pó
Vitamina D	Iogurte, leite em pó

Fonte: Autor.

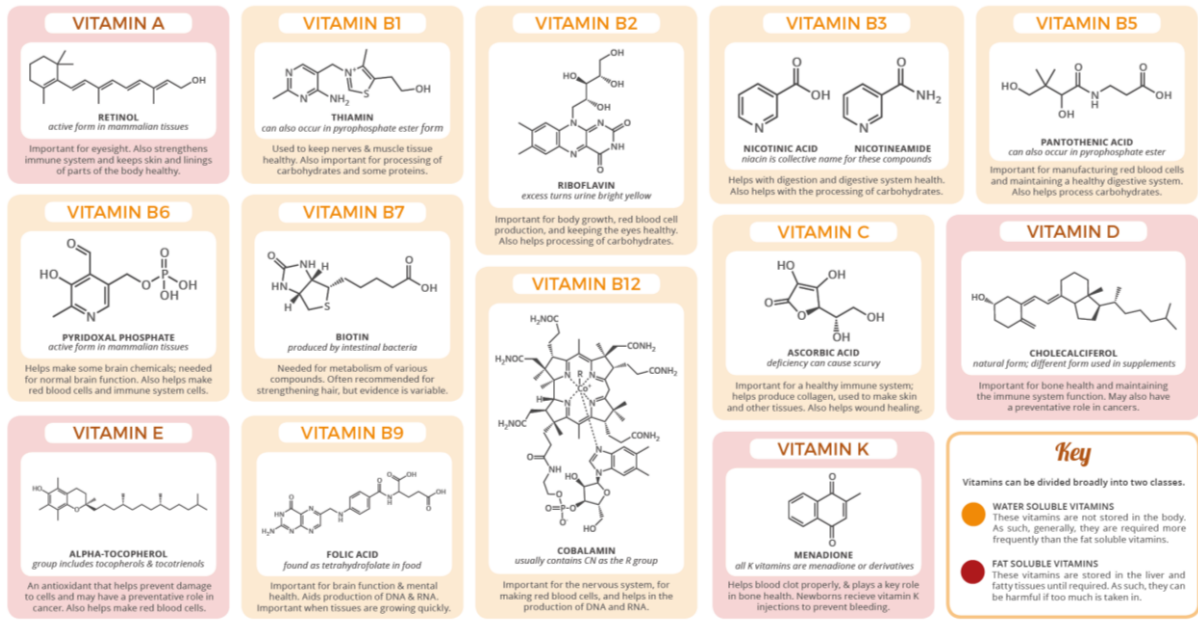
Na oportunidade, foram retomados conceitos discutidos na Pré-UEPS, Química Orgânica x Inorgânica, carbono e suas ligações, fórmula molecular e estrutural, dando-se ênfase às últimas, as quais não são abordadas com maior intensidade nas outras séries do EM e, neste momento, tornam-se fundamentais devido à isomeria constitucional.

A ideia era continuar o processo de construção de uma aprendizagem representacional, tão importante na Química, que havia se iniciado ainda no momento da Pré-UEPS. Para Mortimer; Machado e Romanelli (2000), os três aspectos do conhecimento químico - fenomenológico ou empírico, teórico ou “de modelos” e representacional ou da linguagem - devem aparecer nas interações em sala de aula com a mesma intensidade. Como organizador prévio foi utilizado um texto sobre a vitamina D. Retomando-se assim, a ideia de representação em Química, o que foi destacado, considerando que, *estruturas e representações*, são uma linguagem universal utilizada por esta ciência.

- Situação problema (Aula 2- 28/04/15)

Os alunos, após a leitura do texto, demonstraram-se surpresos ao tomarem conhecimento das inúmeras funções desempenhadas no organismo, pela vitamina D e pelas demais vitaminas de um modo geral. Se viu nesta aula, o início de relatos, relacionados a abordagem interdisciplinar em andamento, onde o aluno A1, relata que “realmente professor, a professora de biologia falou isso *pra nós*”.

Durante a discussão, foram realizadas intervenções com o objetivo de que os alunos fossem observando a estrutura da vitamina D, bem como, de outras apresentadas anteriormente, de maneira que pudessem perceber diferenças e semelhanças entre elas. Para isso, foi projetada uma imagem (figura 3) elaborada pelo site Compound Interest 2015, o qual traz a estrutura química de algumas vitaminas, apresenta informações com relação a sua necessidade e a participação em processos biológicos.



© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
 This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

Figura 3- Estruturas e solubilidade de vitaminas segundo Compound Interest.
 Fonte: www.compoundchem.com

Verificou-se, pela análise da imagem, a maior quantidade de átomos de oxigênio presentes na vitamina C, quando comparada à vitamina A, ou ainda, a maior quantidade de átomos de oxigênio e nitrogênio presentes na vitamina B12, quando comparada à vitamina C e à vitamina B12.

Houve questionamentos por parte dos estudantes, frente ao fato de que algumas estruturas apresentavam duas ligações entre átomos de carbono ou deste com outros átomos. Essa discussão já havia sido realizada na Pré-UEPS. Contudo, mediante esses questionamentos, percebeu-se que alguns estudantes ainda não haviam se apropriado dos conceitos envolvidos. Assim, foi realizada a retomada dos mesmos, solicitando que eles analisassem a representação utilizada e se questionassem acerca da quantidade de ligações que o átomo de carbono deve realizar.

Recorrendo ao uso da tabela periódica, os alunos observaram que o carbono possui quatro elétrons na camada de valência e, segundo o modelo do octeto, necessita fazer quatro ligações. A observação realizada, demonstrou consciência de processos anteriores de aprendizagem deste conteúdo específico, como evidenciado pelo depoimento do aluno A8, que constou “é isso, né professor, a gente já tinha aprendido isso?”.

Um questionamento feito em sala de aula, corroborou à ideia de que o conhecimento da estrutura da substância, pode trazer informações úteis. O aluno A8, questionou, se o fato de a

vitamina D ser tão importante para o organismo, possui relação com sua estrutura complexa, ou seja, ele tentou responder sua dúvida acerca das várias funções, pela análise da estrutura da vitamina. Assim, a discussão realizada, oportunizada pelo questionamento, foi no sentido de que a estrutura de uma substância tem relação com suas funções desempenhadas no organismo, ainda que, a maior ou menor complexidade, não significa diretamente maior ou menor número de funções.

- Exposição dialogada e aprofundamento (Aulas 3 a 6)

Aula 3 (08/05/16): neste momento se inicia a abordagem das funções orgânicas a serem trabalhadas na intervenção didática a qual envolveu quatro aulas.

Para a introdução do conceito de *vitamina*, utilizou-se uma breve abordagem histórica acerca da origem do nome, a qual está relacionada com a função amina. Portanto, neste trabalho, esta deu início ao conteúdo das funções orgânicas, se constituindo, como citado anteriormente, em uma alteração na sequência normal de trabalho com funções orgânicas.

Portanto, neste trabalho, a função amina deu início ao conteúdo das funções orgânicas. A ideia desse tópico foi fazer com que o aluno reconhecesse as funções relacionando o nome das mesmas com a representação estrutural do seu grupo funcional.

Desse modo, já no início se discutiu acerca dos átomos presentes na estrutura, de maneira a se construir um conceito de função orgânica que fizesse sentido, e correspondesse à ideia de que, dependendo da estrutura química, pode haver diferentes propriedades e funções biológicas para essa substância.

Ao apresentar a vitamina A e sua estrutura, foi retomada a discussão, realizada na etapa de Pré-UEPS, sobre a adição de álcool etílico ao leite, no intuito de apresentar a função álcool. Durante a sistematização dos conceitos, o aluno A13 chegou a questionar: sendo a vitamina A um álcool (enquanto função orgânica) a sua ingestão poderia deixar uma pessoa bêbada? Embora a resposta seja negativa, foi interessante verificar que o estudante estava fazendo relação da estrutura com a atividade, uma racionalização-associação, que era o que se pretendia construir. De fato, muitos pesquisadores produzem novas substâncias, buscando inicialmente propriedades similares com outras que eles já conhecem. Ou seja, o conhecimento já construído vai auxiliando/fundamentando/justificando as novas pesquisas, ainda que, nem sempre a similaridade estrutural conduza à mesma atividade biológica, como foi o caso relatado.

A questão ética também foi comentada, durante a leitura da reportagem sobre a adição de álcool etílico no leite, considerando a intenção dos responsáveis pela adulteração, a de aumentar o rendimento mediante a adição de água.

Tais relatos corroboram com a proposta de trabalho apresentada, ou seja, que se torna relevante levar em consideração, situação de vivências potencialmente significativas, com vistas a almejada prática interdisciplinar, possibilitando ainda, levar a uma aprendizagem significativa. Segundo Marcondes (2009), é papel da escola desenvolver nos estudantes o pensamento crítico, permitindo sua imersão não apenas nos aspectos conceituais da ciência, mas, as relações destes com outros de natureza ambiental, social, etc.

Aula 4 (12-05-15): realizou-se com os estudantes a discussão de uma nota, divulgada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, sobre a responsabilidade da indústria na adulteração do leite. O enfoque, foi a adição de formaldeído no leite e os riscos à saúde, o que também foi destacado nas aulas de Biologia. Surgindo, novamente, a questão ética, os alunos manifestaram indignação com essa prática, sendo necessário fazer intervenções de modo que não se perdesse o objetivo da aula, a qual era introduzir os compostos carbonílicos, aldeído e cetona. Foi apresentada a estrutura do formaldeído, salientando-se discussões sobre sua solubilidade água.

Para a identificação da função cetona, a vitamina K foi apresentada, mediante a discussão de sua importância para recém-nascidos, resultando em intervenção dos estudantes. O aluno A15 perguntou se “era isso [vitamina K] que a irmãzinha dela [no caso de outra aluna] tomou quando nasceu? Por que o médico disse que ela estava perdendo muito sangue”. Evidenciou-se, novamente, a importância do uso de situações cotidianas, no desenvolvimento dos conteúdos científicos.

Foi realizada, ao término desta aula, uma sistematização das funções orgânicas já apresentadas, por meio da realização de exercícios no material de apoio. Também, durante essa sistematização, foram apresentadas outras substâncias orgânicas, que não vitaminas, mas que se classificavam dentro das funções orgânicas abordadas. Durante a realização destas atividades, o aluno A3 comentou com outro colega, “essa é da vitamina A”, quando se referia ao grupo funcional hidroxila, ao invés de fazer menção a função orgânica álcool. O professor realizou a intervenção e discutiu as diferenças entre a substância e a função orgânica. Essa sistemática torna-se fundamental, considerando que os estudantes necessitam relacionar as funções orgânicas não apenas com vitaminas, mas também, com outras substâncias que possuam os respectivos grupos funcionais.

Aula 5 (18-05-15): para iniciar a discussão da função orgânica éster, os alunos assistiram ao vídeo *I Feel Orange*. De forma breve, a animação discute relevância do consumo de frutas cítricas, durante a época das grandes navegações, como forma de combate ao escorbuto, retratado na animação como pirata. A análise de sua estrutura, foi realizada dando ênfase à quantidade de átomos de oxigênio. A função orgânica éster, foi discutida paralelamente ao reconhecimento da função álcool, presente e já estudada. Neste ponto, considerando que várias funções já tinham sido discutidas, solicitou-se aos alunos que observassem que as substâncias químicas podem apresentar mais de um grupo funcional.

Nessa aula foi introduzida a experimentação, em uma perspectiva demonstrativo-investigativa. Uma intervenção didática pensada para o ensino de Ciências, não pode se furtar da experimentação, tendo em vista, que o conhecimento científico é um conjunto de hipóteses permanentemente testadas, corroboradas e refutadas que, além disso, não sustentam conteúdos absolutos e imunes a novas experimentações (PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PEREZ, 2002).

A atividade experimental, foi realizada com o objetivo de investigar os teores de vitamina C em diferentes alimentos. Antes do início do experimento, os alunos foram questionados com relação à concentração desta vitamina nos alimentos sugeridos para avaliação (diferentes sucos de laranja, morango, alface, limão e pimentão verde), sendo que destacaram, que a maior concentração estaria nas frutas cítricas. Eles acompanharam contando a quantidade de gotas da solução de iodo para cada amostra, registrando em seus cadernos. Após a realização do experimento, os estudantes observaram que outros alimentos também contêm vitamina C, como o pimentão.

Durante a realização da atividade, os estudantes observavam e interagiam com questionamentos, acompanhando as explicações e realizando registros.

Aula 6 (19-05-15): foi realizada a apresentação da função hidrocarbonetos, a qual, como destacado anteriormente, é a função que, geralmente, aparece primeiro na sequência dos professores na abordagem das funções orgânicas. Também, foram abordadas as regras de nomenclatura sistemática para os compostos orgânicos. Salienta-se, no entanto, que, não se pretendeu explorar de forma exaustiva a questão da nomenclatura, como é usual no 3º ano do EM.

Para fazer a conexão desta função, com a temática, se iniciou a discussão sobre *precursores* de vitaminas, já que não existem vitaminas classificadas como hidrocarbonetos. O precursor escolhido foi o betacaroteno, que, ao ser ingerido, é metabolizado por uma enzima

intestinal e convertido em vitamina A. Finalizando-se, então, a apresentação das funções orgânicas, no que tange ao enfoque *reconhecimento do grupo funcional e nome da classe*.

Por fim, os estudantes realizarem, atividades de sistematização sobre reconhecimento de funções orgânicas utilizando o caderno, sendo essa a Atividade 1.

- Nova situação-problema

Aula 7 (22/05/15): com auxílio da internet, foi construído com os estudantes um quadro, destacando as fórmulas estruturais das vitaminas trabalhadas (as quais eram projetadas) e seus valores de ingestão diária recomendada (IDR). A intenção, foi que os alunos conseguissem identificar o que havia em comum, nas estruturas que apresentam maiores valores de IDR e, assim, construir a ideia de que, as propriedades estão associadas à estrutura da vitamina e da substância, por consequência.

Dentre as justificativas dos alunos para os diferentes valores de IDR encontram-se: “a vitamina participa de vários processos no organismo pelo que a *profe* de biologia falou” (aluno A8). Neste caso, o aluno parece ter associado a um fator de proporcionalidade - quanto maior número de funções no organismo, maior deve ser a ingestão diária. Pode-se destacar, no caso, o raciocínio que o aluno elaborou seguindo uma lógica. Outra justificativa, também oriunda do aluno A8, foi: “quanto mais O e N na fórmula, auxilia a ser mais solúvel”. Neste caso, o aluno associou a ideia de solubilidade ao valor de IDR da respectiva vitamina. Importante referir, sobre este aspecto, que na aula de Química, já havia sido mencionada a relação da estrutura de uma vitamina com os seus IDR, contudo, não havia sido discutidos os conceitos envolvidos na solubilidade, como é o caso da ligação de hidrogênio e da presença de átomos fortemente eletronegativos.

A ligação covalente polar e apolar foram retomadas, percebendo-se grande dificuldade nos estudantes em abstrair a ideia de polaridade. Acredita-se, que isso ocorre, sobretudo, em função do conceito de elétrons que os mesmos possuem, percebidos por eles como pontos, correspondendo aos utilizados nas representações de Lewis. Entretanto, para a aula seguinte foi prevista a revisão desses conceitos usando outra estratégia que poderia facilitar a visualização e a compreensão da polaridade.

Aula 8 (02/06/15): mediante a utilização de simuladores computacionais, foram retomados conceitos relativos à polaridade das moléculas. A discussão foi realizada levando em

consideração a polaridade da ligação, as diferenças de eletronegatividade e o que significava o conceito de eletronegatividade.

Para a construção do conceito de polaridade da molécula, utilizou-se o simulador Polaridade da Molécula, disponibilizado pelo portal PHET Interactive Simulations, vinculado à Universidade do Colorado. Na figura 4, são fornecidas imagens que demonstram a sequência utilizada para essa construção e evidenciam como a utilização do simulador torna-se relevante, principalmente como forma de transpor a dificuldade de abstração dos estudantes - em especial neste tópico, devido a necessidade de considerar a geometria da molécula. O exemplo utilizado demonstra a molécula de amônia.

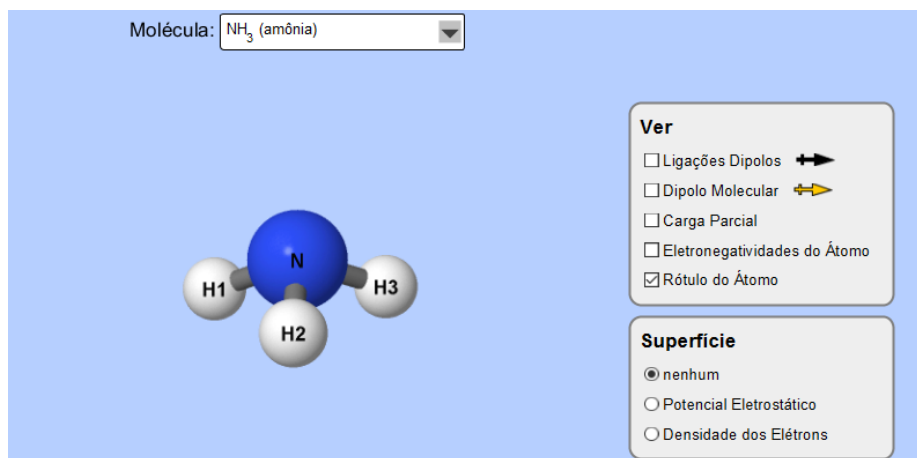


Figura 4 - Tela inicial do simulador após escolha da molécula.

Fonte: Simulador Polaridade da Molécula – PHET Simulations

A figura 5 retrata a possibilidade de demonstrar, na estrutura, os dipolos de ligação e a eletronegatividade dos átomos ligantes.

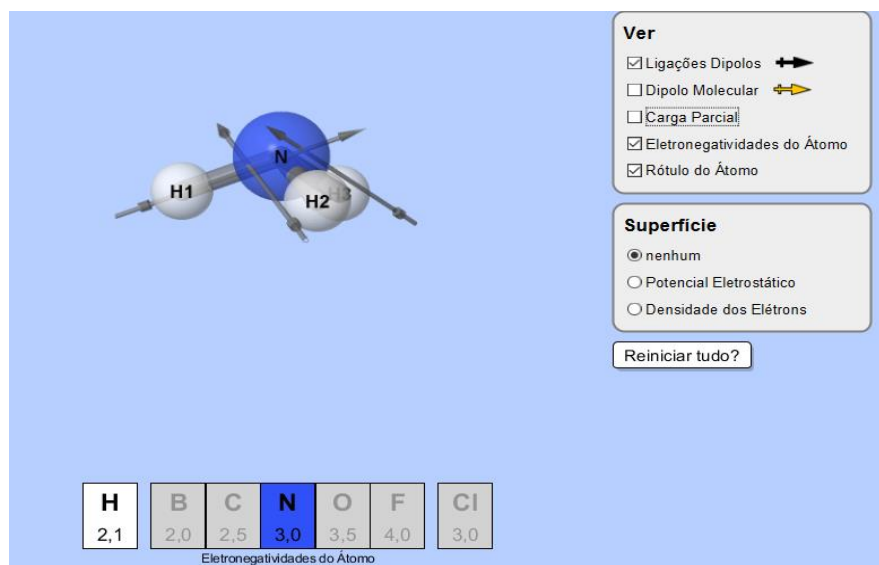


Figura 5 - Dipolos de ligação e eletronegatividade dos átomos ligantes.

Fonte: Simulador Polaridade da Molécula – PHET Simulations

A figura 6, demonstra a funcionalidade do simulador, pois daí se inicia uma discussão no sentido de transpor a imagem que tradicionalmente os alunos têm dos elétrons como pontinhos e, ainda, como fica a distribuição dos mesmos quando há uma diferença de eletronegatividade entre os átomos ligantes. A figura 7, por sua vez, já apresenta a ideia de polaridade da molécula, juntamente com o potencial eletrostático, o que se torna importante, para a compreensão dos conceitos de interações intermoleculares que iriam ser trabalhados em seguida.

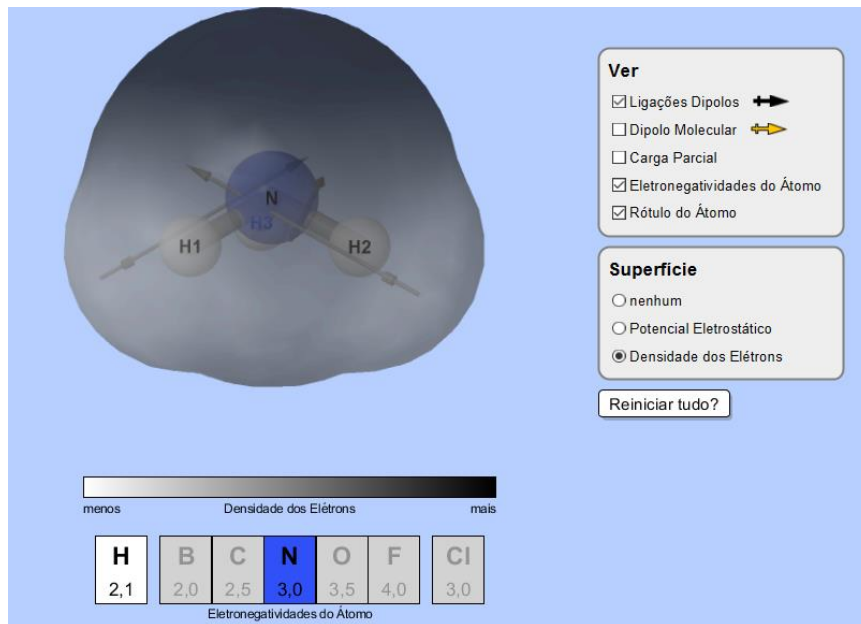


Figura 6 - Distribuição da densidade eletrônica na molécula de amônia.
Fonte: Simulador Polaridade da Molécula – PHET Simulations

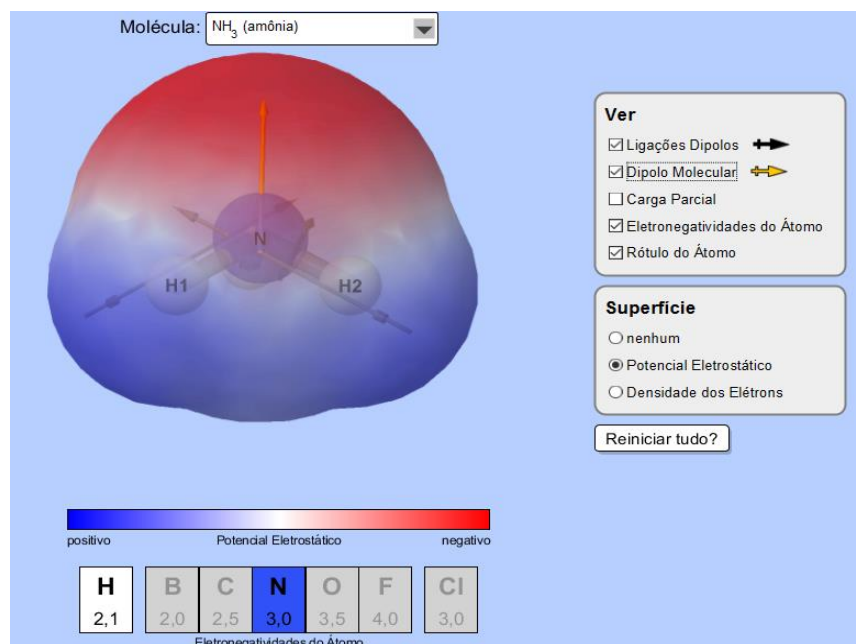


Figura 7 - Demonstração do potencial eletrostático da molécula de amônia.
Fonte: Simulador Polaridade da Molécula – PHET Simulations

Após a construção da ideia de polaridade da molécula, deu-se início a discussões relacionadas à solubilidade, como sendo um processo de interações, entre as moléculas ou partículas que estão em um sistema (figura 8 e figura 9). Para isso, foi utilizado o simulador computacional Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility.

Types of Bonds and Polarity

Two atoms can bond to form a molecule in two ways:

- with a non-polar covalent bond (when electrons are shared evenly)
- with a polar covalent bond (when there is an uneven sharing of the electrons, causing the formation of a **partial positive and partial negative** charge on the surface of the molecule.)

All molecules have an attraction for other molecules via the Coulomb force, the attractive force between positive and negative charges. So, how do non-polar molecules form attractions if there is no apparent surface charge? Click the image to the left to see a more detailed explanation.

Representation of Polar and Non-polar Molecules

What is the difference between polar and non-polar molecules? (Be sure to include more than the colors used to represent them in your response!)

Figura 8 - Representação de uma molécula polar e uma apolar e as respectivas interações.
Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

Intermolecular Attractions and Solubility

Separated Oil and Water

It is well known that "oil and water don't mix", but why is that the case?

The model to the left shows polar water and non-polar oil in a container together. Press "run" to see how they interact.

Salad dressing is typically made from oil and vinegar (primarily water). Use the button below to "shake up the dressing" and watch what happens to the oil and water as you let it "settle".

Run Stop Reset

shake up the oil and water mixture

Explain why polar and non-polar substances won't stay mixed with each other.

Hint

< PREV NEXT > PAGE index 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Figura 9 - Representação das interações intermoleculares em um sistema formado por moléculas polares e apolares.
Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

Considerado o idioma do programa (inglês), foi necessária maior atenção do professor para com o que estava sendo visualizado no simulador pelos estudantes, ou seja, se os mesmos estavam conseguindo compreender o que lhes é apresentado. A utilização dos simuladores, foi de grande ajuda, na transposição da barreira que os estudantes tiveram, conforme pode ser observado na Aula 7, em abstrair conceitos como, polaridade e que, eram necessários para a compreensão da próxima unidade de ensino. Da Ronch, Maidana e Zoch (2014) indicam as vantagens dessa estratégia,

Os ambientes virtuais possibilitados pelos simuladores podem combinar uma infinita quantidade de variáveis e de possibilidades, as quais não seriam possíveis de serem feitas com a utilização de modelos concretos. Essas possibilidades e, principalmente, essa proximidade e interatividade do estudante e do professor com o modelo aproximam o momento de estudo de uma real aprendizagem em ciências. (p. 10).

Aula 9 (09/06/15): os conceitos, polaridade da ligação e polaridade da molécula, que vinham sendo retomados nas aulas 7 e 8, tinham como foco fornecer aos estudantes subsídios, para que pudessem compreender as interações intermoleculares. O trabalho com o simulador, possibilitou introduzir moléculas maiores, razão pela qual, a ideia de polaridade foi ampliada, permitindo construir o entendimento de que, não é necessário fazer o dipolo de cada ligação para chegar a uma conclusão sobre a polaridade da molécula.

A figura 10 é bem representativa, para discutir a generalização acerca da polaridade de moléculas orgânicas maiores, a qual indica que, quanto maior a cadeia carbônica, menos polar é a substância. Na figura, o aluno pôde verificar que a parte da cadeia constituída somente de átomos de carbono e hidrogênio, tem características apolares e que a polaridade está situada no grupo funcional hidroxila, considerando o 1-heptanol. As outras estruturas, apresentadas na figura, têm o papel fundamental, de reavaliar a generalização realizada, pois ambas têm o mesmo número de carbonos da primeira estrutura (7), mas maior número de hidroxilas, permitindo inferir então, que, pode-se acentuar o caráter polar mediante ao um maior número de grupos polares ligados a cadeia principal.

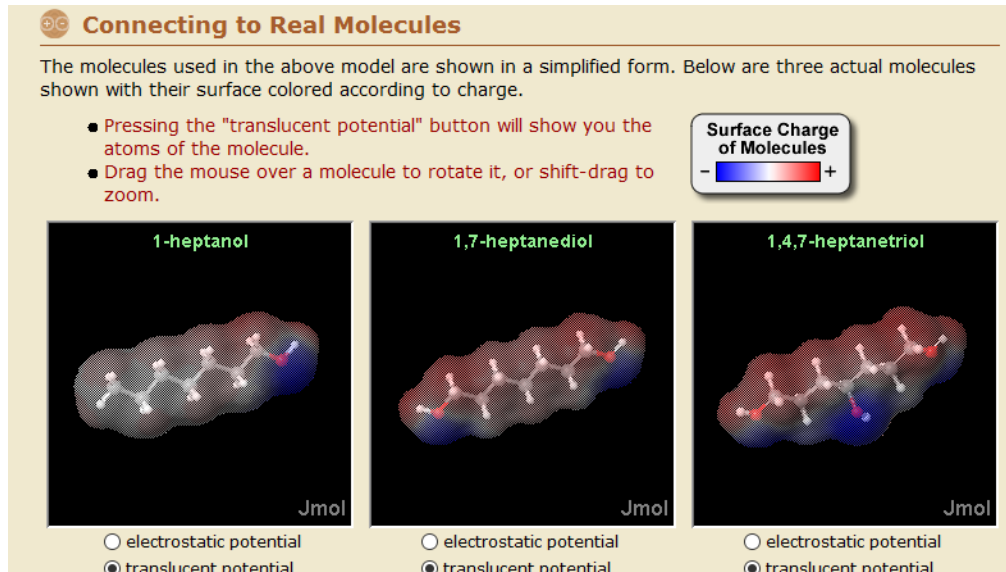


Figura 10 - Representação do potencial eletrostático de uma substância orgânica.
Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

Com isso, introduziu-se a discussão sobre a polaridade das vitaminas, que até então vinham sendo trabalhadas e, partir da análise de suas estruturas, os alunos foram questionados com relação a sua solubilidade em água. A questão que emerge naturalmente deste questionamento é: que características estruturais a substância orgânica deve ter para ser solúvel em água? Após explicar esses requisitos, houve um questionamento inicial: água e óleo são solúveis entre si?

Divididos em dois grupos, os estudantes realizaram a Atividade 2, Apêndice E, a qual solicitava que fossem produzidas justificativas para a solubilidade das vitaminas, se em água ou em solventes apolares.

Aula 10 (19/06/15): foi realizada uma Atividade Experimental (Atividade 3, Apêndice E), envolvendo a cromatografia em papel, onde os alunos deveriam, primeiramente, realizar a previsão da solubilidade da vitamina C e D em água ou hexano, para que associassem à ideia de maior ou menor interação entre estas substâncias e os solventes testados. Com uma breve explicação geral da técnica de cromatografia, se questionou qual vitamina apresentaria maior eluição em cada solvente. Os estudantes conseguiram prever que em água seria a vitamina C e em hexano a vitamina D, o que pôde ser considerado como uma evidência de aprendizagem. Quando questionados sobre as razões para tal, manifestaram que na vitamina C tem mais átomos de oxigênio e menos de carbono quando comparada a vitamina D e por isso a D seria solúvel no hexano, que é mais “parecido” com ela do que com a água.

Essa dificuldade em utilizar a linguagem química de forma adequada para discutir a solubilidade, não fazendo menção, por exemplo, aos dipolos formados, julga-se estar relacionada a necessidade de um maior tempo para incorporarem esses termos. Na utilização dos simuladores computacionais, a solubilidade foi discutida mais em termos deste tipo de atração eletrostática entre dipolos, foi comentada a ideia da ligação de hidrogênio, contudo, os conceitos de interação intermolecular ainda não haviam sido explorados de forma mais efetiva, por isso se esperava que eles usassem a terminologia dos “dipolos”. Só após a realização da atividade experimental foram introduzidas, de forma sistemática, os tipos de interações intermoleculares resultantes das interações entre dipolos. Entretanto, os alunos internalizaram a ideia de “semelhança” para avaliar a solubilidade, o que é importante.

Aula 11 (24/06/15): discutiu-se com os alunos, a diferença entre a força de atração entre moléculas polares e apolares, mediante a utilização do simulador computacional, de modo demonstrativo. Foi usada uma ferramenta do simulador, que permite reproduzir o rompimento das interações intermoleculares, através do aquecimento ou transferência de calor. Utilizando-se a ferramenta, os alunos puderam observar que as interações intermoleculares entre as moléculas apolares são rompidas com menor quantidade de calor do que as apolares (figura 11).

Figura 11 - Relação fornecimento de calor e rompimento de interações intermoleculares.
Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

Na figura 11 está representado, na cor branca, um modelo que descreve moléculas apolares realizando interações. As cores azuis e vermelhas descrevem um modelo que

representa moléculas polares realizando interações. O objetivo foi observar que, quando a quantidade de calor é mínima, indicada pelo círculo preto, tanto moléculas polares quanto apolares ainda estão realizando interações intermoleculares mais intensas.

Na figura 12 realizou-se um acréscimo no calor fornecido ao sistema anterior, pelo que é possível observar que, as interações entre as moléculas apolares começaram a romper (moléculas mais afastadas do aglomerado), enquanto que para as moléculas polares isso ainda não ocorreu.

Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility

< PREV NEXT > PAGE index 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Boiling point and solubility are two physical properties that are determined by intermolecular attractions. Did you ever wonder why liquid nitrogen is so cold or why oil and water don't mix? Explore below.

Intermolecular Attractions and Boiling Point

To the left are two tiny drops of liquid, one polar and the other non-polar. By heating up these liquids you can vaporize them (or boil them), causing the molecules to break free of their intermolecular attractions. You know that something has been vaporized when most of its molecules have broken free of their attractions. Pressing the heat and cool buttons will change the temperature of these liquids.

Try heating the liquids slowly to see which one will vaporize first.

Ejecutar Parar Reiniciar


Figura 12 - Rompimento de interações intermoleculares entre moléculas apolares mediante ao fornecimento de calor.

Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

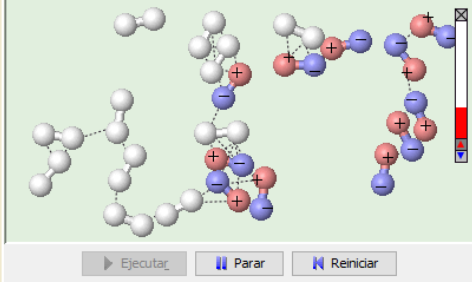
Abaixo, na figura 13, pode-se perceber que, ao se fornecer uma maior quantidade de calor, tem-se início o rompimento das interações intermoleculares entre as moléculas polares.

Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility

< PREV NEXT > PAGE index 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

 Boiling point and solubility are two physical properties that are determined by intermolecular attractions. Did you ever wonder why liquid nitrogen is so cold or why oil and water don't mix? Explore below.

Intermolecular Attractions and Boiling Point



To the left are two tiny drops of liquid, one polar and the other non-polar. By heating up these liquids you can vaporize them (or boil them), causing the molecules to break free of their intermolecular attractions. You know that something has been vaporized when most of its molecules have broken free of their attractions. Pressing the heat and cool buttons will change the temperature of these liquids.

Try heating the liquids slowly to see which one will vaporize first.

Ejecutar Parar Reiniciar

Figura 13 - Rompimento de interações intermoleculares entre moléculas polares mediante ao fornecimento de calor.

Fonte: Intermolecular Attractions: Boiling Point and Solubility Simulator

A partir das observações realizadas no simulador, deu-se início a discussão sobre as forças relativas das interações intermoleculares - dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente e ligação de hidrogênio. Também se discutiu, nesse momento, as diferenças de temperatura da ebulição entre os hidrocarbonetos de cadeia aberta lineares, já incorporando nova propriedade física, comparando-se o metano ($\text{CH}_4(\text{g})$), a gasolina (principal componente octano $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$) e a parafina (principal componente $\text{C}_{25}\text{H}_{52}(\text{s})$), que são formadas por átomos dos mesmos elementos químicos com diferentes quantidades de ambos.

Ao utilizar termos como temperatura de fusão e de ebulição, os alunos foram questionados acerca do que é fusão ou ebulição e percebeu-se que a maioria dos alunos desconhecia o significado dos termos, sendo necessária a discussão de conceitos básicos relacionados aos estados de agregação da matéria. Em geral essas propriedades físicas são introduzidas na primeira série do EM.

Pode-se deduzir, nesse sentido, que, se a discussão não fosse realizada, o processo de aprendizagem significativa ficaria comprometido, tendo em vista que fusão e ebulição poderiam ser dois conceitos subsunçores importantes para a aprendizagem das propriedades físicas, no caso, temperatura de fusão e ebulição. Além disso, poderia ser observada, no caso específico, uma demonstração de relacionabilidade arbitrária, pois o estudante não disporia, na sua estrutura cognitiva, dos conceitos necessários à aprendizagem.

Por outro lado, termos como fusão e ebulição podem não estar presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ainda que conhecimentos relacionados a derreter e ferver não lhes sejam estranhos. Dessa forma, pode-se fazer uma relação com conceitos corriqueiros, de modo que

percebessem se tratar do mesmo fenômeno, só que em linguagem científica. Nessa perspectiva pode-se dizer que o subsunçor existiu.

Seguiu-se, então, a retomada de conceitos dos três principais estados de agregação da matéria. Durante a abordagem foi relevante a utilização do termo *energia cinética* para comparar o estado das moléculas/partículas em função de uma dada temperatura, tendo em vista que o simulador evidencia as diferenças nas energias cinéticas, quando se aumenta ou se diminui a temperatura do sistema. Dessa forma, torna-se natural a prática docente de rever os conceitos introduzidos em outros anos e em outras disciplinas.

Ainda, fez-se a comparação entre as temperaturas de ebulição da água ($\text{H}_2\text{O}_{(l)}$) 100 °C a 1 atm) e do sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico ($\text{H}_2\text{S}_{(g)}$) -60,14 °C a 1 atm), ressaltando a discussão: dependendo da força dos dipolos existentes em uma molécula as interações poderão ser mais ou menos fortes, e isso implica em uma diferença nas temperaturas de ebulição das substâncias, por exemplo.

Ficou caracterizada, nesta a aula, a importância dos momentos de reconciliação integrativa, em que os conceitos que anteriormente foram diferenciados progressivamente, se voltam ao objetivo de conseguir responder a situação abordada.

- Avaliação somativa individual (Aula 12: 26/06/15)

Organizados em duplas e sem a utilização de seu material, os alunos realizaram as atividades propostas, as quais foram entregues ao final da aula para o professor. Os conceitos abordados nas atividades foram: representação de fórmula estrutural, nomenclatura de compostos orgânicos, reconhecimento de funções orgânicas, propriedades físicas e relação da estrutura com a solubilidade e os processos biológicos, no caso específico das vitaminas. Essa atividade se constituiu como a Atividade 4, Apêndice E.

- Aula expositiva integradora final (Aula 13: 29/06/2015)

As atividades foram devolvidas para os estudantes, para que fosse realizada em conjunto discussões sobre a correção. Os alunos estavam ansiosos em saber como havia sido seus desempenhos na atividade, evidenciando assim a visão dos mesmos sobre a avaliação. Pode-se inferir, que para eles, a demonstração de suas aprendizagens, se traduz em responder corretamente as questões realizadas pelo professor em uma prova.

Buscou-se, durante a correção, partir de erros, ao invés de fornecer-lhes as respostas corretas, com objetivo de que, mediados pelo professor, pudessem ser realizadas a desconstrução ou a evolução das respostas fornecidas. Essa postura, muda a visão sobre o erro, onde o qual teve um papel relevante na construção das aprendizagens.

Foi necessário retomar com os estudantes, que fatores estão envolvidos na solubilidade de uma substância orgânica, visto que, em algumas justificativas para tal, o termo “estrutura complexa”, foi utilizado para justificar uma vitamina ser considerada lipossolúvel. Foram retomados os conceitos de polaridade e interação intermolecular, bem como, o professor relembrou os estudantes do momento em que houve a utilização do simulador, no qual, através de um modelo, era possível abstrair a ideia de interação realizada, e que uma estrutura ser “maior” ou “menor” não explica isoladamente a solubilidade de uma substância.

Também, nas questões que envolviam interações intermoleculares, parte dos alunos não se referiu a ligação de hidrogênio especificamente, mas a presença de átomos de nitrogênio e oxigênio, ou ainda, a ligações de nitrogênio ou de oxigênio. A fim de lhes proporcionar uma ressignificação do aprendizado, retomaram-se os conceitos de ligação química e interação intermolecular, destacando as diferenças entre os mesmos.

A discussão sobre a avaliação da aprendizagem dos estudantes, será ampliada a seguir, no item que trata da Avaliação da UEPS, contudo, é relevante mencionar que, momentos como os citados acima, são oportunidades para que haja a reconciliação dos conceitos abordados, com vistas a compreensão e a resolução de uma dada situação. Esse movimento realizado pelo professor, no sentido de integrar os conceitos abordados, torna-se relevante, para auxiliar os alunos no processo de apropriação dos conceitos propostos na UEPS.

- Avaliação da aprendizagem

Aula 14 (01/07/15): com vistas ao fechamento da UEPS e finalizar o processo de integração entre os conceitos abordados, os alunos foram divididos em grupos, de quatro integrantes para realizar o trabalho sobre determinada substância orgânica, a qual foi sorteada em aula pelo professor. As substâncias orgânicas foram: ácido fólico, glicose, metilina, paracetamol e etanoato de isobutila. Os grupos elaboraram cartazes contendo os dados solicitados pelo professor. Os alunos relataram que já haviam realizado uma atividade semelhante, quando estavam no primeiro ano do EM.

Na concepção do produto, pensou-se em deixar aos estudantes a escolha da elaboração de cartazes ou slides. Contudo, tendo em vista dificuldades evidenciadas durante a implantação

da UEPS como as representações das fórmulas estruturais, foi solicitada a confecção cartazes, para que os alunos pudessem construir no papel a estrutura e o professor pudesse auxiliar.

Aula 15 (03/07/2015): os trabalhos foram apresentados na aula de Química, na presença da professora de Biologia, ambos podendo interferir com considerações e questionamentos. Os cartazes, fixados nas paredes da sala, motivaram os alunos durante as apresentações, sobretudo porque o trabalho realizado esteve visível aos demais professores e colegas da escola.

A professora de Biologia realizou alguns questionamentos, dentre os quais pode-se destacar sobre ácido fólico, uma vitamina do complexo B. Ela questionou ao grupo responsável por essa apresentação, qual a importância desta substância para as mulheres. O grupo, respondeu, argumentando que ela é muito importante, sobretudo quando as mulheres querem engravidar ou estão grávidas, e ainda, trouxeram o exemplo da farinha de trigo, relatando aos colegas, que no Brasil, por força de lei ela deve conter determinadas quantidades de ácido fólico, com o objetivo de se combater a anencefalia (ausência do cérebro em fetos). Atividades como esta, auxiliam no processo de significação dos conceitos científicos trabalhados na escola, bem como, vão de encontro a efetivação de práticas interdisciplinares.

- Avaliação da UEPS

Partindo da premissa proposta por Moreira (2011), de que não há ensino sem aprendizagem, mediante a análise das atividades propostas no decorrer da UEPS, buscou-se evidenciar e avaliar a aprendizagem dos conceitos propostos. Essa avaliação se baseou em quatro atividades, denominadas como Atividade 1, Atividade 2, Atividade 3 e Atividade 4 (as quais encontram-se no Apêndice E) as quais serão discutidas a seguir.

A Atividade 1, abordava conceitos relacionados ao reconhecimento de funções orgânicas. A análise das respostas desta atividade, demonstrou um percentual médio de acertos entre os estudantes de 37%, conforme pode ser observado no Quadro 7.

Quadro 7- Total de acertos na Atividade 1 e percentual individual.

Aluno	Total acertos	Percentual (%)
A1	4	40%
A2	7	70%
A3	3	30%
A4	4	40%
A5	2	20%
A6	2	20%
A7	4	40%

Quadro 7- Total de acertos na Atividade 1 e percentual individual.

Aluno	Total acertos	Percentual (%)
A8	3	30%
A9	7	70%
A10	*	*
A11	2	20%
A12	2	20%
A13	4	40%
A15	*	*
A16	*	*
A17	*	*
A18	*	*

*Alunos que não realizaram a Atividade 1 em vista de não estarem presentes na aula.

Fonte: Autor.

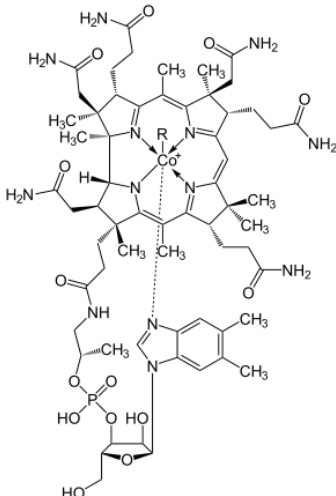
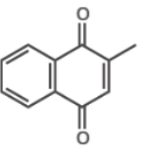
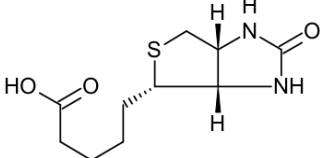
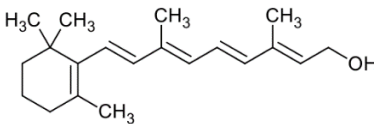
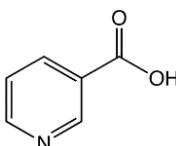
A resolução dessas atividades mostrou confusões normais por parte dos alunos: indicar “acetona” ao invés de cetona para substâncias que apresentavam o grupo funcional desta função. Também, salienta-se, que por mais que ocorreram confusões como a relatada, os alunos associaram os grupos funcionais a funções orgânicas, e não as vitaminas em que os mesmos estavam presentes. Isso torna-se relevante, pois em outro momento em que eram discutidas as funções orgânicas, uma substância classificada como um hidrocarboneto, por exemplo, foi classificada por um estudante como sendo a função betacaroteno. Nesse contexto, considerou-se o percentual médio de acertos como satisfatório.

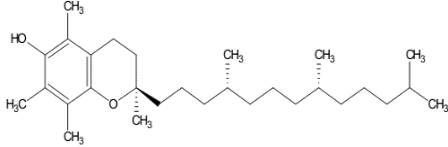
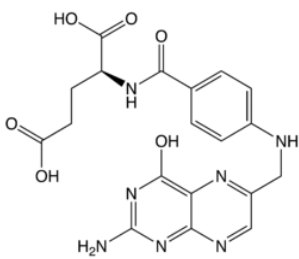
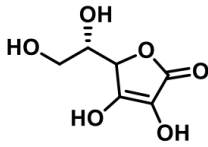
Ainda, retoma-se a percepção de que não devem ser valorizados em demasia conceitos relacionados ao reconhecimento de funções em detrimento de outros, que exijam uma maior quantidade de relações a serem estabelecidas pelos estudantes, como é o caso das propriedades físicas.

A avaliação da aprendizagem sobre propriedades físicas, envolveu três atividades (Atividade 2, 3 e 4 – Apêndice E). Salienta-se, que dentre as atividades, a Atividade 4 corresponde ao que Moreira (2011) entende, como avaliação somativa, considerando que esta seja proposta ao final da intervenção didática, abordando assim todos os conceitos trabalhados.

A Atividade 2, foi realizada após a sistematização inicial dos fatores que afetam a solubilidade, realizadas na aula 9, onde solicitou-se aos alunos que em dois grandes grupos, construíssem um quadro em que deveriam produzir justificativas para a solubilidade das vitaminas, se em água ou em solventes apolares. No quadro 8, estão apresentadas as conclusões dos grupos para algumas vitaminas e as justificativas apresentadas para sua solubilidade e o IDR.

Quadro 8- Solubilidade de vitaminas segundo relatos dos alunos.

Vitamina e IDR ¹ (g)	Estrutura	Solubilidade em (referência)	Solubilidade (conclusão dos estudantes)	Justificativas dos estudantes
<p>B12</p> <p>0,000006</p>		Hidrossolúvel	Lipossolúvel	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura complexa - Maior quantidade de carbonos
<p>K</p> <p>0,00008</p>		Lipossolúvel	Lipossolúvel	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura mais simples; - Formada em maioria por carbonos e hidrogênios;
<p>B7</p> <p>0,000084</p>		Hidrossolúvel	Hidrossolúvel	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de nitrogênios; - Presença de um OH e NH; - Faz ligação de hidrogênio
<p>A</p> <p>0,001</p>		Lipossolúvel	Lipossolúvel	<ul style="list-style-type: none"> - Mesmo que possua menor quantidade de O e N, possui uma necessidade maior pois necessita atender a uma grande quantidade de processos biológicos do organismo;
<p>B3</p> <p>0,002</p>		Hidrossolúvel	Hidrossolúvel	<ul style="list-style-type: none"> - Possuir O e N; - Possui uma estrutura simples

Vitamina e IDR ¹ (g)	Estrutura	Solubilidade em (referência)	Solubilidade (conclusão dos estudantes)	Justificativas dos estudantes
E 0,008		Lipossolúvel	Lipossolúvel	- Mesmo que possua menor quantidade de O e N, possui uma necessidade maior pois necessita atender a uma grande quantidade de processos biológicos do organismo;
B9 0,06 g		Hidrossolúvel	Hidrossolúvel	- Grande quantidade de átomos de O e N; - Tem OH e NH na estrutura; - Faz ligação de hidrogênio.
C 0,06 g		Hidrossolúvel	Hidrossolúvel	- Grande quantidade de átomos de O; - Tem OH na estrutura; - Faz ligação de hidrogênio.

¹ IDR: Ingestão Diária Recomendada, extraído de Introdução à Química Geral, Orgânica e Bioquímica 9ª Edição Frederick Bettelheim, William Brown, Mary Campbell e Shawn Farrel.
Fonte: Autor.

Uma análise do quadro elaborado, com as informações fornecidas pelos alunos, permite concluir que os mesmos conseguiram construir a ideia da previsão da solubilidade, mediante a análise da estrutura química. Não estabelecendo somente, a relação da solubilidade com o IDR, mas também com a relação à participação em processos biológicos no organismo, como citado na vitamina E, o que considerou-se como evidências da ocorrência da aprendizagem.

Percebeu-se a dificuldade dos estudantes em analisar uma estrutura maior, como é o caso da vitamina B12, a qual classificaram como lipossolúvel quando, na verdade, seria hidrossolúvel. Desta forma, tornou-se necessário realizar uma mediação com os estudantes, após a apresentação do quadro com suas justificativas, revisitando-se assim discussões sobre solubilidade.

Foi destacado, ainda, que não pode-se fixar apenas na generalização do número de átomos de carbonos, retomando a discussão que já havia sido realizada no simulador. Ainda

assim, avaliou-se positivamente os resultados, tendo em vista que apenas uma previsão foi incorreta - outras vitaminas, com estruturas não tão simples, como a B9, não foram objetos de erro.

A Atividade 3, consistiu na realização de experimento, proposto na Aula 10, buscando evidências de aprendizagem, nas falas dos estudantes durante sua realização da atividade. Este, envolveu a cromatografia em papel, onde os alunos realizaram, primeiramente, a previsão da solubilidade de cada vitamina, C e D, em dois solventes, água e hexano, para que associassem à ideia de maior ou menor interação entre as substâncias.

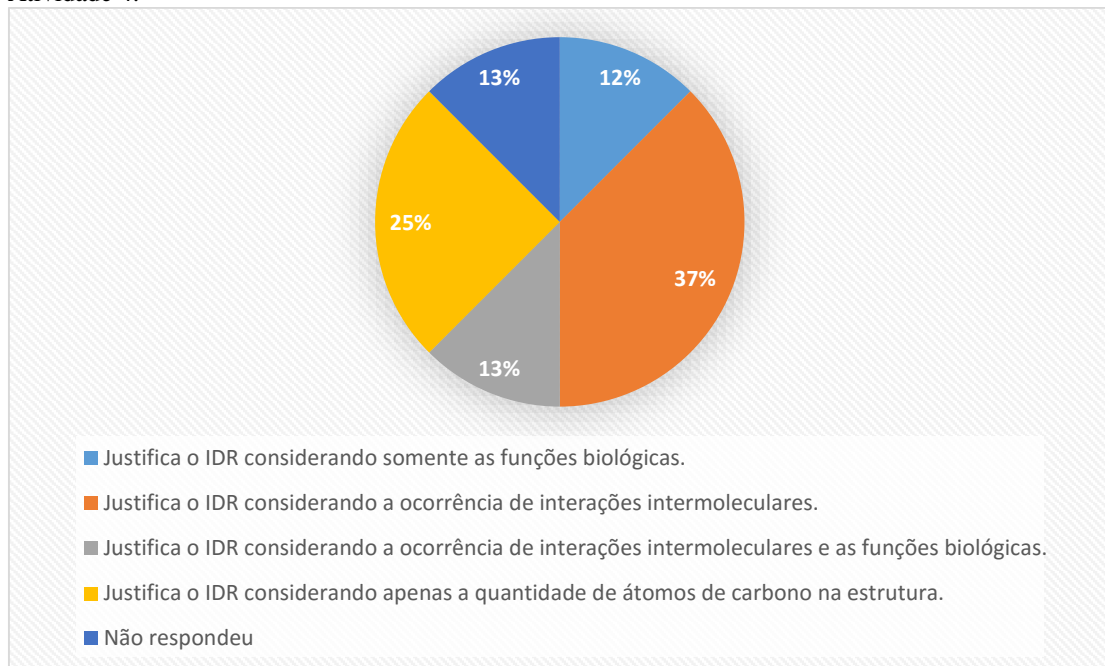
A Atividade 4, envolveu sobretudo os conceitos relacionados as propriedades físicas (questões 1 e 4), e consistiu na avaliação da aprendizagem destes. A análise das respostas, permitiu categoriza-las com relação ao entendimento demonstrado sobre as propriedades físicas. A seguir, apresentam-se as questões consideradas para tal análise, incluindo a categorização realizada.

Questão 1:

Relacione a estrutura Química das vitaminas citadas no quadro acima com os índices diários de ingestão (IDR). Lembre-se de levar em consideração a solubilidade em água dessas vitaminas e a participação em processos biológicos.

O gráfico 5, apresenta a categorização realizada das respostas, bem como, traz o percentual referente a cada uma.

Gráfico 5 - Categorização das justificativas referentes aos IDR de vitaminas, referente a questão 1 da Atividade 4.



Fonte: o autor.

A análise das justificativas permite concluir que 50% dos estudantes, considerando os que associaram a ocorrência de interação intermoleculares somados aos que relacionaram a interação e as funções biológicas, conseguiram estabelecer relações entre o IDR e a ocorrência de interações intermoleculares, o que considerou-se adequado, pois além de evidenciarem estar apropriados da ideia do conceito e sua relação com a sua solubilidade, verifica-se ainda que há uma percepção por parte deles da interdisciplinaridade, o que se traduziu na relação entre o IDR e a realização de determinados tipos de interação intermolecular nas vitaminas.

Questão 4:

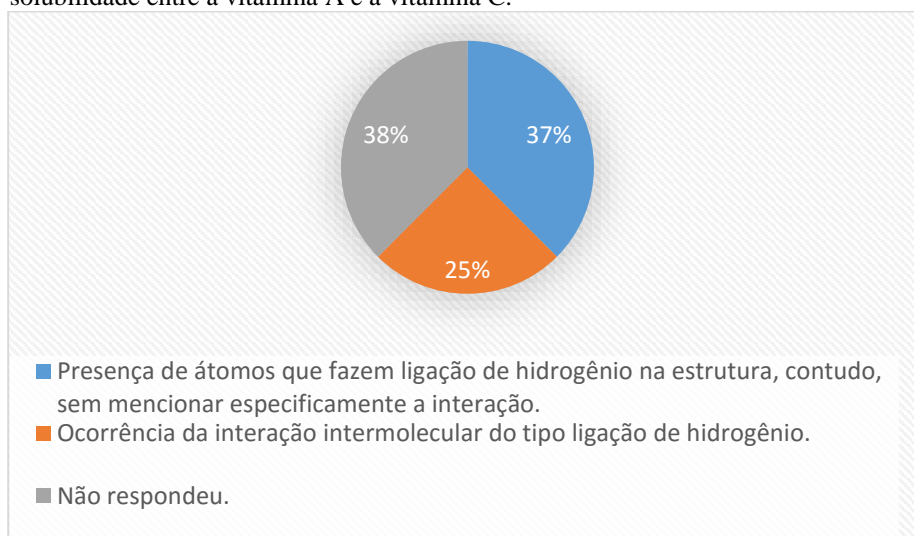
Uma das propriedades que determina maior ou menor concentração de uma vitamina na urina é a sua solubilidade em água.

a) Qual das duas substâncias é mais facilmente eliminada na urina? Justifique.

b) Dê uma justificativa para a temperatura de fusão da vitamina C ser superior a da vitamina A.

A seguir, nos gráficos 6 e 7 pode-se observar a categorização realizadas das respostas fornecidas pelos alunos em relação a questão 4, letras “a” e “b”, da Atividade 4.

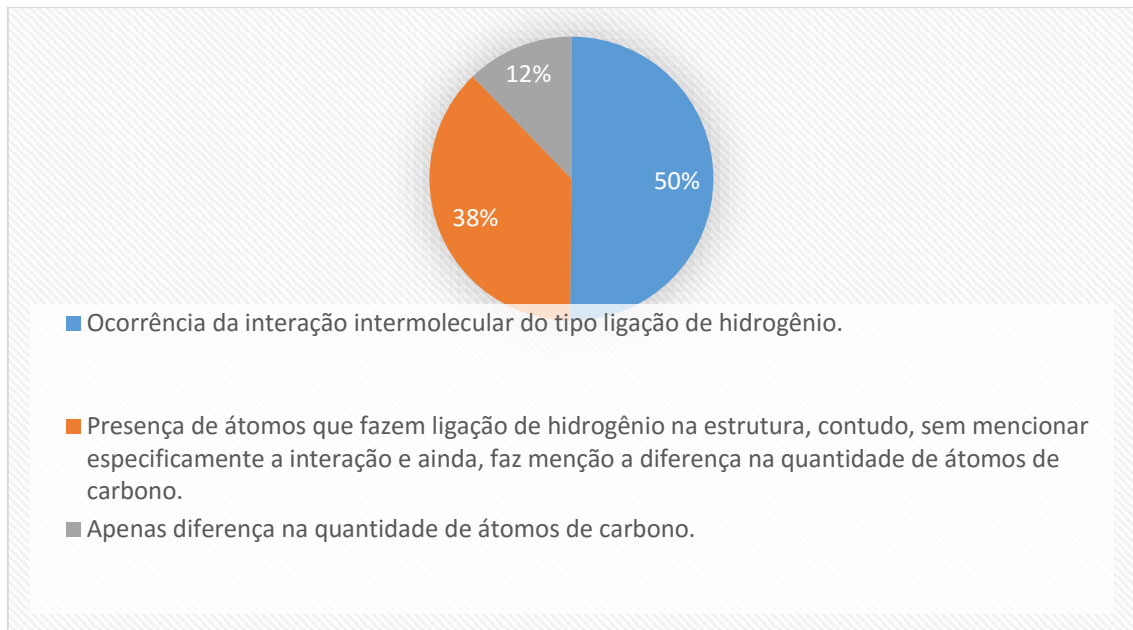
Gráfico 6 – Categorização das justificativas fornecidas pelos alunos em relação a diferença de solubilidade entre a vitamina A e a vitamina C.



Fonte: Autor.

A análise das justificativas permite inferir que 62% dos estudantes, considerando os que citaram a ocorrência da ligação de hidrogênio somados ao que associaram a presença dos átomos de oxigênio e nitrogênio, conseguiram relacionar a solubilidade com a ocorrência de interações intermoleculares. Mesmo que deste percentual uma parte dos alunos não fez menção especificamente a ligação de hidrogênio, foi considerado satisfatório.

Gráfico 7 – Categorização das justificativas fornecidas pelos alunos em relação a diferença da temperatura de fusão entre a vitamina C e a vitamina A.



Fonte: Autor.

As justificativas fornecidas com relação a questão 4, letra “b”, foram consideradas satisfatórias, visto que que 88% (50% que associaram a diferença a ocorrência da ligação de hidrogênio somados aos 38% que mencionaram a presença de átomos de oxigênio e nitrogênio na estrutura) dos estudantes indicaram o que era esperado.

6.4 Avaliação da intervenção didática

Neste item, será discutido o que foi identificado no decorrer do desenvolvimento da proposta, em relação as categorias previstas no item 5.4.

6.4.1 Interação dos professores

Desde o início do planejamento do presente trabalho, ainda na etapa da Pré-unidade, em 2014, os momentos compartilhados pelos professores de Química e Biologia foram importantes

para que a presente proposta se efetivasse. Houve dificuldades na organização do espaço e dos horários destinados ao desenvolvimento do trabalho, tendo em vista que os professores possuem cargas horárias em mais de uma escola.

Alguns encontros, assim, foram realizados nos fins de semana, sobretudo no início do trabalho. A insuficiência de tempo, supõe-se, deveu-se à falta de prática dos docentes neste tipo de abordagem, já que seria necessário um tempo maior de planejamento. No início do ano letivo de 2015, com o trabalho em andamento, percebeu-se que os momentos de discussão oportunistizados dentro do ambiente escolar não foram suficientes. Buscou-se, assim, sensibilizar a direção da escola acerca da importância do trabalho.

O processo de envolvimento da direção da escola foi de grande valia, pois, a partir disso, foi possível a organização dos horários das disciplinas. Ademais, na Reunião de Área, com duração de dois períodos aulas, a proposta foi discutida e pensada. Essa organização se deu tanto durante a gestação (no início do segundo semestre do ano de 2014) quanto durante a aplicação (Pré-unidade em novembro de 2014 e março de 2015 e unidade em abril, maio, junho e julho de 2015).

Nesses espaços de discussão, durante a aplicação da proposta, era analisado o andamento da aplicação, o envolvimento dos alunos, as dificuldades encontradas (e como superá-las) e também os pontos positivos da mesma. Posteriormente, a discussão conjunta: reflexão entre os pares que participaram da proposta e os colegas da área que participam da reunião – a integração superou, inclusive, as experiências e expectativas iniciais.

A professora de Biologia, em uma reunião de área, questionou sobre um possível próximo trabalho, mencionando, inclusive, a possibilidade de trabalhar, em conjunto, alguns conceitos. Referiu, ainda, a possibilidade de um futuro trabalho envolver professores de outras áreas, como a Física, mediante uma temática a ser sugerida e de como/quais conceitos poderiam ser articulados nesse trabalho. Nesse mesmo sentido, a professora relata ainda:

A experiência interdisciplinar foi grandiosa, e pode ser estendida a outras disciplinas, como a História e Geografia, por exemplo. Também, despertou o interesse dos alunos em aprender mais, fazendo com que eles estabeleçam relações com outras disciplinas. O trabalho para o professor se torna mais flexível e produtivo, pois faz com que o aluno venha a perceber a relação dos assuntos teóricos com o seu cotidiano.

Essa postura interdisciplinar vem referendada teoricamente, como quando Fazenda (2011) afirma que a interdisciplinaridade é principalmente uma mudança da postura de quem atua no processo educativo, desejável ao experimentar uma proposta coletiva e interdisciplinar.

6.4.2 A importância da intencionalidade para a aprendizagem: o interesse, a participação e a superação da resistência inicial dos alunos

No processo de análise dos fatores subjetivos relacionados à aprendizagem, a ideia inicial era realizar uma análise e discussão levando em consideração tais fatores, divididos em três categorias: o interesse dos alunos pelas temáticas propostas, a resistência inicial dos alunos ao envolvimento e o desenvolvimento de um processo de participação ativa dos alunos. No decorrer da realização da intervenção didática, bem como posteriormente, na análise dos registros realizados, percebeu-se que as três categorias possuem uma relação entre si, e contribuem determinantemente para a aprendizagem significativa, a intencionalidade do aluno em aprender significativamente (AUSUBEL, 2003).

Ausubel (2003) destaca, ainda, que a ocorrência de um processo de aprendizagem significativa ocorrerá se duas condições forem simultaneamente atendidas: o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve manifestar disposição para aprender de modo significativo. A exigência interliga, portanto, a responsabilidade da aprendizagem entre professor e aluno.

Também Belmont e Lemos (2012, p. 126) prelecionam.

São esses aspectos do processo da aprendizagem que, dentre outros, evidenciam que o aluno possui tanta responsabilidade quanto o professor no processo educativo, e nos levaram a refletir sobre a intencionalidade do aluno para aprender. Nosso pressuposto é que a interação pessoal, com o conhecimento, e interpessoal, com os colegas e professores, são fundamentais para a aprendizagem. É por meio delas que o aluno – com intencionalidade para aprender significativamente – pode, após negociar e captar os significados compartilhados, avaliar se os significados “captados” são coerentes com os ensinados e, assim, decidir se lhe interessa aprendê-los ou não.

Não basta, nesse sentido, que o material seja potencialmente significativo e favoreça o estabelecimento de relações não-arbitrárias entre os novos significados e os conhecidos pelo aprendiz. É necessário, ainda, um movimento de intencionalidade do aluno para construir relações de forma substantiva, possibilitando, assim, a constituição de um significado psicológico dos conceitos ou proposições em questão. Belmont e Lemos (2012), salientam que o produto dessa interação é uma nova informação, com significado próprio, pessoal, também conhecido como significado psicológico do conceito.

Baseando-se na teoria de Ausubel, Moreira (2014) discute que a ocorrência da AS envolve a interação da nova informação com a estrutura do conhecimento que o indivíduo já possui. Nesse sentido, segundo o autor, a AS ocorre quando essa nova informação “ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”

(MOREIRA, 2014, p. 161). Assim, ao pensar as situações-problema que seriam utilizadas para discussão, tentou-se levar em consideração esses fatores, com vistas a chamar a atenção dos alunos para as temáticas propostas.

Foi possível observar, na maioria dos estudantes, interesse pelas temáticas que foram propostas nas situações-problema. A observação, nesse sentido, muito se coaduna com a teoria de Ausubel, que pressupõe a utilização de temas potencialmente significativos, ainda que seja o estudante o sujeito de significação, já que esta depende principalmente da bagagem pessoal do aprendiz - vivência e estrutura cognitiva (conceitos relevantes ou organizadores prévios).

Nesse contexto teórico, em uma sala de aula formada por indivíduos diferentes seria equívoco e contraproducente conceber um processo de aprendizagem significativa igual para todos. É relevante, sobretudo, que professores busquem identificar, durante o processo de aprendizagem, conhecer o seu contexto de trabalho, buscando temáticas mais inclusivas que possibilitem uma abordagem potencialmente mais significativa e abrangente de conteúdos com os alunos. Desta forma, oferece-se um maior número de meios/subsídios para que a ocorrência da AS seja a maior possível, em detrimento do processo de aprendizagem permanentemente mecânico, no qual os estudantes não conseguem realizar os processos de relacionabilidade não-arbitrária.

No início das discussões, ainda na Pré-UEPS, foi observada a dificuldade dos estudantes em interagir e falar sobre as situações-problemas propostas. A perspectiva na sala de aula era de alunos aguardando o professor *passar a matéria*, o que não reflete a intervenção didática aqui retratada, mas explicita o modelo bancário de educação citado por Freire (2014), em que o professor ocupa papel de destaque como detentor do saber.

Observou-se, ainda, a preocupação dos alunos com a memorização dos conceitos (é exemplificativa a solicitação do aluno A14: “professor o que é *pra* escrever disso?”). Nesse sentido, Ausubel (2003) destaca que, por maior que seja a quantidade de significado potencial do material durante uma abordagem do professor, o material continua a ser apreendido por memorização, caso o mecanismo ou forma do aprendiz assimilá-lo seja de modo literal. Nestas situações foram necessários momentos de intervenção para discussão da aprendizagem, ocasiões nas quais os alunos eram incentivados a mudar sua forma/postura de estudar e de apreender, ou seja, não somente preocupados em anotar ou copiar, mas entender o que se está discutindo no sentido de um processo de aprendizagem e não de decorar o que o professor fala para escrever depois.

Com o objetivo de possibilitar essa mudança de postura, foram propostos momentos, na Pré-UEPS e UEPS, em que fosse necessária a fala dos estudantes, não necessariamente

direcionada ao/ou com o professor, mas também entre os pares. A ideia foi estimulá-los a um comportamento mais ativo e intencional com relação à aprendizagem, na linha do que propõem Howland, Jonassen e Marra (2011): quando os alunos estão ativos e intencionalmente na busca da aprendizagem, tentando, assim, atingir um objetivo cognitivo, pensam e apreendem mais porque estão perseguindo um fim próprio.

Vertuan, Borssoi e Almeida (2012, p. 76) retomam, então, o sentido do aluno que possui uma intencionalidade para a aprendizagem quando afirmam que o aluno intencional “é alguém que: está motivado para aprender; assume a responsabilidade pela aprendizagem; e, se envolve ativamente em estratégias que facilitam a aprendizagem”.

Assim, após uma resistência inicial ao envolvimento, observou-se uma evolução gradativa na sua participação. Na medida em que as situações-problema iam sendo discutidas e problematizadas, os alunos foram passando da posição de receptores para sujeitos da aprendizagem. Observou-se, ainda, que a interação entre os estudantes na discussão das temáticas propostas desempenhou papel positivo no processo de construção da AS.

A abordagem interdisciplinar, articuladora desse trabalho, também foi fator decisivo no desenvolvimento do processo de participação ativa, tendo em vista que, ao se discutir conceitos disciplinares que se inter-relacionam, os estudantes passaram a realizar ainda mais questionamentos. Por outro lado, a mudança de postura dos estudantes gerou a necessidade de se canalizar a participação em aula para assuntos ligados aos conteúdos e, sobretudo, de organizar a aula e retomar objetivos iniciais frente a maior intervenção dos estudantes.

Percebeu-se, então, que a mudança da postura do professor com relação à sua prática, acaba alterando também a mudança da postura do aluno com relação à aprendizagem e à apropriação dos saberes disciplinares propostos em um determinado contexto de vivência. Thiesen (2008, p. 545) recorda, nesse contexto, que a finalidade de um processo interdisciplinar é

[...] responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento. Trata-se de um movimento que caminha para novas formas de organização do conhecimento ou para um novo sistema de produção, difusão e transferência. Na análise de Frigotto (1995), a interdisciplinaridade impõe-se pela própria forma de o homem produzir-se enquanto ser social e enquanto sujeito e objeto do conhecimento social.

Não significa, por outro lado, que somente importa o conhecimento (objeto de estudo) ou que haja uma relação hierárquica entre este e as situações de vivência dos estudantes. O que

se busca é, sobretudo, uma aprendizagem progressiva, a apreensão de conceitos por meio das situações-problema que tenham sentido para o aluno.

Não é demasiado lembrar que a função do professor é a de auxiliar os estudantes na compreensão e relação com o mundo em que vivem e que a ferramenta que dispõe são os conceitos, sem os quais não há aprendizagem. Nesse sentido, o trabalho com temáticas deve incluir momentos em que se possa evoluir da situação trabalhada, não somente no sentido de gerar situações mais complexas, mas diferentes. Por mais que se perceba um processo ativo de participação dos estudantes, não se pode aceitar que os mesmos assimilem conceitos equivocados.

Maldaner e Zanon (2013), com relação a esse cuidado que se deve ter em processo de contextualização (situação-problemas) e interdisciplinar, argumentam.

Quando propomos um currículo contextualizado e o tratamento interdisciplinar dos conhecimentos, por exemplo, temos de tomar o cuidado para não simplificar a compreensão desses conceitos. Em nome de propostas curriculares contextualizadas e interdisciplinares ocorrem práticas escolares que permanecem nas coisas e fatos do cotidiano e tenta-se explicar esse cotidiano por ele mesmo. Tal explicação não é possível (MALDANER, ZANON, 2013, p. 347).

O que se vê em algumas situações é a insegurança do aluno, que pensa não ser capaz de discutir e realizar o que é proposto e requer do professor que faça/diga/responda.

Na medida em que foi se percebendo um maior envolvimento dos estudantes na aplicação da proposta, percebeu-se, também, um aumento da autoconfiança, já que explicitaram isso mediante o uso de algumas expressões como “*entendi*”; “*então é assim*”; “*que legal*”. Esse sentimento de autoconfiança e envolvimento no aprendizado coloca o aluno em uma situação muito mais predisposta e aberta à aprendizagem do que em aulas em que o mesmo busca conseguir um conceito bom ou uma nota boa.

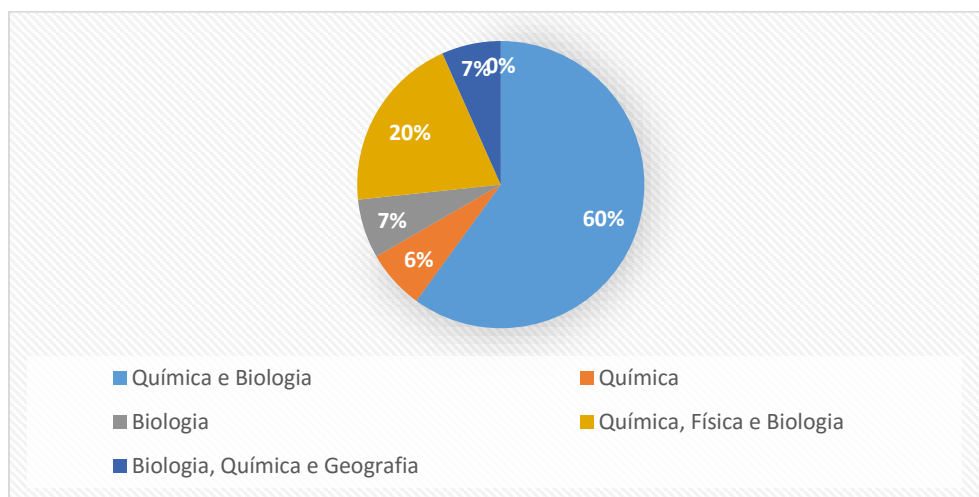
6.4.3 *Percepção da inter-relação entre os conceitos*

Avaliar como os estudantes e professores perceberam e vivenciaram a abordagem interdisciplinar proposta torna-se fundamental, pois a partir desta percepção novas abordagens da mesma natureza podem ser propostas de forma mais concreta e com resultados mais efetivos do ponto de vista da ocorrência das aprendizagens propostas.

No instrumento de diagnóstico proposto, o qual se encontra descrito como Apêndice A desta dissertação, no início do ano de 2015, previamente à implementação da Pré-UEPS, foi proposta uma questão em que havia sido transcrito um trecho de um texto sobre os ácidos graxos

trans e a margarina, e a partir do mesmo era proposto aos alunos indicar quais disciplinas poderiam ter relação com o assunto abordado no texto (gráfico 8).

Gráfico 8 – Percepção das disciplinas envolvidas em uma determinada situação de vivência.



Fonte: Autor.

A partir das relações estabelecidas pelos estudantes, pode-se inferir que os mesmos percebem que em uma determinada situação de seu cotidiano existe uma relação entre conceitos de mais de uma disciplina, de modo que a maioria dos estudantes, cerca de 87%, perceberam isso no texto. Assim, Wirzbicki e Zanon (2013, p. 2) destacam o que atualmente a educação deve proporcionar aos alunos.

As novas características da vida na sociedade estão associadas com novos processos de conhecimento que, por sua vez, acompanham os estudos escolares e, nesse cenário, espera-se que os mesmos contemplem interrelações de saberes essenciais aos processos de ressignificação dos conceitos em salas de aula. E isso está implicado na discussão que vem sendo feita, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN; BRASIL, 1996), acerca da visão da formação escolar como educação básica para todos. Não mais limitada a um ensino propedêutico para manter o fluxo da escolarização, com finalidade cerceada à preparação aos níveis de ensino subsequentes, a educação básica acena para uma perspectiva outra, que privilegia interrelações de conhecimentos relevantes para as compreensões e ações do sujeito situado na vida em sociedade.

Essa percepção dos estudantes, associada ao que as autoras discutem acima, se apresenta, então, como uma oportunidade para os professores pensarem práticas interdisciplinares articuladas a partir de situações do dia-a-dia dos estudantes, as quais possuem também um caráter potencialmente significativo, pois, ao conseguirem estabelecer relações entre as disciplinas e determinada situação, se demonstra que os alunos possuem elementos em

sua estrutura cognitiva para a construção dessas aprendizagens, constituindo-se, assim, como uma possibilidade para a aprendizagem significativa.

Durante a realização da intervenção didática, puderam-se perceber evidências de que os estudantes gradativamente foram construindo a percepção dessa inter-relação dos conceitos. Como exemplo, ao discutirem que os IDR estabelecidos para uma vitamina não se baseiam somente na sua solubilidade, mas também na quantidade de processos biológicos em que a mesma participa no organismo humano.

Essa construção da ideia de inter-relação se deu de modo paralelo à evolução conceitual. Assim, não se espera que, ao se constituir uma abordagem interdisciplinar, o estudante perceba instantaneamente as relações entre os conceitos, mas que perceba que, para a compreensão de tal situação, mais conceitos são necessários.

Sobre isso, também Arroyo (2000, p. 113) depõe.

Nossa docência pode ser um exercício de tomada de consciência sobre as possibilidades da atividade mental. A escola pode ser um espaço facilitador ou um espaço que trava o desenvolvimento intelectual dos educandos. O que dependerá mais do como ensinamos do que o que ensinamos. De ambos.

Wirzbicki e Zanon (2013) discutem que é necessário realizar essa reflexão, pois, na organização dos currículos escolares, a interdisciplinaridade tem sido pouco contemplada, o que promove um aprisionamento dos conceitos disciplinares que visa atender a programas de vestibulares e concursos públicos ou, ainda, manter uma histórica sequência de abordagem dos referidos conceitos, a qual deve ser refletida pelo professor.

Por exemplo: há um questionamento com relação à sequência de abordagem dos conceitos de Biologia. Na primeira série do Ensino Médio, tradicionalmente, são discutidos conceitos de citologia e biologia molecular, os quais demandam um alto nível de abstração e o domínio de conceitos químicos prévios. Contudo, esses conceitos só serão discutidos posteriormente, na terceira série do Ensino Médio, tornando-se, então, imprescindível um planejamento em conjunto entre os professores ao propor o currículo.

Avançar na melhoria do ensino de conceitos complexos, cuja compreensão transcende as interfaces de cada campo disciplinar, implica assumir a interdisciplinaridade, não como mero discurso [...] Implica assumi-la como subsolo da vida de interação entre professores que, tendo formação e atuação em diferentes disciplinas, planejam e desenvolvem um ensino articulado, na área, com visibilidade sobre diferentes compreensões dos conceitos, significados, interrelações e contribuições, para que a aprendizagem seja capaz de potencializar o desenvolvimento da mente humana, na interação com outros. (WIRZBICKI, ZANON, 2013, p. 6).

Foi possível perceber, então, uma mudança na postura dos estudantes com relação à aprendizagem: os conceitos disciplinares passaram a fazer sentido. Possibilita-se, então, um processo em que os conceitos possam ser trabalhados de forma não desconexa e com sistemáticos processos de (re)construção de significados conceituais (WIRZBICKI, ZANON, 2013).

6.4.4 Progressiva evolução conceitual

A avaliação da aprendizagem foi realizada de forma progressiva, de modo que durante a realização da intervenção didática buscou-se evidências de aprendizagem. Durante a intervenção didática, sobretudo na etapa de reconciliação integrativa, os conceitos mais complexos foram constantemente reconciliados. Assim, a aprendizagem realizada, inicialmente de fórmulas estruturais ou de uma determinada função, por exemplo, não poderia ser abandonada durante o processo.

A análise das evidências de aprendizagem levantadas, a quais foram discutidas no item Avaliação da UEPS, e os registros do professor durante a intervenção didática, permitiu evidenciar a apropriação dos conceitos. Ainda, que se torna relevante considerar o tempo necessário para cada aluno constituir sua aprendizagem. Por exemplo: nas aulas iniciais da UEPS foi necessário retomar conceitos relacionados ao modelo de ligação covalente, que já haviam sido revisitados na Pré-UEPS e na primeira série do EM.

Desta forma, considerou-se como satisfatória as evidências de aprendizagens levantadas. As quais, possibilitaram analisar não somente a apropriação dos conceitos disciplinares de Química, também, a percepção, e a ideia da interdisciplinaridade/relação entre os conceitos, como ferramentas para o entendimento de situações do cotidiano, como é o caso da abordagem realizada sobre as vitaminas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da UEPS, sob o enfoque interdisciplinar, foi um contributo no processo de aprendizagem com vistas à constituição de uma AS. As evidências da proposta indicaram uma mudança da postura, tanto dos professores envolvidos quanto dos alunos, em relação ao processo de ensino-aprendizagem.

A valorização das concepções prévias dos estudantes, por parte dos professores e dos próprios alunos, foi um fator determinante no desenvolvimento da proposta, a qual envolveu um constante processo de problematização de concepções e saberes, os quais, por vários momentos, serviram como pontos de ancoragem para as aprendizagens em questão.

Nessa perspectiva, a interdisciplinaridade é concebida como uma interação entre sujeitos que ensinam e aprendem a partir de vivências e conhecimentos diversificados, com visibilidade sistemática, coletivamente construída, sobre as relações conceituais que tornam possível a construção do conhecimento escolar (WIRZBICKI, ZANON, 2013, p. 11).

A mudança de postura dos professores decorreu da percepção da necessidade de planejamento conjunto e da adoção de um modelo de conhecimento inter-relacionado e interdependente, construído a partir de um movimento constante de problematização. A mudança de postura dos alunos, por outro lado, pôde ser observada pelo maior envolvimento na discussão e problematização das situações propostas (oriundas do contexto dos estudantes), evidenciando, assim, a importância da intencionalidade dos alunos para a sua aprendizagem.

Se por um lado os elementos de mediação utilizados pelo professor são, em parte, responsáveis pelo despertar da intencionalidade de um sujeito frente a um problema na sala de aula, por outro, é somente a partir da intencionalidade de um sujeito frente a uma situação que qualquer elemento de mediação pode contribuir para a internalização dos conceitos (VERTUAN, BORSSOI, ALMEIDA, 2012, p. 79).

A falta de tempo de planejamento e a inexperiência de professores e alunos nesse tipo de abordagem, foi, em alguns momentos, desafios na implantação da proposta. Em face disso, buscou-se adotar posturas e práticas com vistas à superação dessa dificuldade. Percebeu-se que tais desafios, ao término da intervenção didática, já eram menores quando comparados ao início da proposta. Acredita-se, assim, que na realização de novas intervenções os desafios e dificuldades sejam cada vez menores.

O enfoque interdisciplinar adotado articulou os conceitos de modo a torná-los, na prática, dependentes uns dos outros, facilitando, assim, o processo de significação da

aprendizagem pelos alunos e uma maior disposição e intencionalidade para compreendê-los. O uso de situações-problema, que tenham as características de estarem no contexto do aluno, serem ricas conceitualmente e que propiciem uma abordagem interdisciplinar, favorecem um processo de significação do conhecimento científico para além da escola.

As evidências observadas durante a intervenção didática, analisadas sob o ponto de vista da evolução conceitual, permitem concluir que a implantação da UEPS pode ser considerada satisfatória. Contudo, no caso de conceitos mais complexos, pode ser que sejam necessários momentos em que os mesmos sejam retomados, oferecendo, assim, mais condições para a realização das aprendizagens propostas por um número cada vez maior de estudantes.

Gowin (1981), no mesmo sentido, explica o evento educativo como um episódio de ensino no qual o professor, o material educativo e o estudante, estabelecendo uma relação triádica, negociam e compartilham significados. Essa relação, segundo o autor, acontece da seguinte forma: o professor apresenta os significados do material, o aluno capta o significado – pois percebeu e interpretou a informação – e, em seguida, negocia o significado captado – apresentando-o ao professor e colegas – com o professor, para que ambos se certifiquem se corresponde ao mesmo significado ensinado, ou seja, se os significados ensinados e captados são correspondentes e, assim, compartilhados (BELMONT, LEMOS, 2012, p. 126).

A compreensão e a fundamentação da intervenção na Teoria da Aprendizagem Significativa, nas UEPS e na interdisciplinaridade, permitiram aos professores uma visão mais ampla e profunda do processo de ensino-aprendizagem. Mediante a compreensão da forma como pode ocorrer a aprendizagem, os docentes são conduzidos à proposição de situações e a promover, na sala de aula, a constituição das aprendizagens pelos estudantes. É relevante, nesse sentido, que os professores busquem conhecer as teorias da aprendizagem para qualificar a prática docente. Nesse sentido, torna-se importante que em cursos de formação de professores, estas teorias sejam melhor exploradas, de modo que os futuros professores estejam instrumentalizados a utilizá-las na sua prática docente, não apenas de modo superficial.

Cachapuz (2000) oportuniza reflexões sobre a TAS. O autor traz em seu artigo *A procura da excelência na aprendizagem* uma discussão sobre a necessidade de se debater as teorias educacionais e propor caminhos e perguntas relativas à educação, essencialmente a educação em ciências. Uma das discussões propostas pelo autor é com relação às limitações da teoria da AS. A leitura é de grande valia para quem deseja desenvolver uma metodologia de aprendizagem baseada na AS, tendo em vista que a mesma é uma teoria, e como tal, possui limitações. Antes da discussão das limitações que aponta, o autor destaca.

[...] nomeadamente ao deslocar nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular para os conceitos pré-existentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem, uma perspectiva claramente em ruptura com concepções behavioristas então prevalecentes (CACHAPUZ, 2000, p. 68).

A reflexão que se propõe não é no sentido de criticar a teoria, mas tentar, após tê-la empregado efetivamente em sala de aula, reavaliá-la, inclusive considerando suas limitações. Cachapuz (2000) discute a importância de que não somente o professor “saiba” o que o aluno já sabe e, então, parta disso, mas que conduza o estudante à reflexão do seu saber mediante a busca constante pela problematização do objeto de aprendizagem. Cachapuz (2000) sugere que se deve completar o conhecido dito ausubeliano (descubra o que os alunos já sabem e ensine-os de acordo): descubra o que os alunos já sabem e como eles aprendem/aprenderam e ensine-os de acordo.

Segundo segue aduzindo o autor, há uma construção social do conhecimento e do papel da relação intersubjetiva dos diferentes sujeitos sobre uma situação que lhes diz respeito (CACHAPUZ, 2000). Acredito que essa discussão é relevante quando se pensa na dificuldade de significar uma mesma situação-problema para todos os alunos de uma turma da mesma forma.

[...] no essencial, considera que a aprendizagem é uma função da actividade, contexto e cultura em que ocorre [...] A aprendizagem é mediada pelas diferenças de perspectivas entre os alunos envolvidos cooperativamente na resolução de uma dada actividade. É a sua prática social e a cultura onde se inserem que passa agora a ser o pólo dinamizador e não o que se passa na mente de cada um (CACHAPUZ, 2000, p. 79).

Assim, foram fundamentais os momentos de discussão/interação propostos, de tal forma que os estudantes pudessem externar suas concepções (relacionadas a um determinado contexto e cultura onde estes estão inseridos) e, desta forma, avançar na tentativa de transpor essa limitação e ir em busca da ocorrência da AS nos estudantes.

Com relação à utilização das UEPS, o que chamou atenção foi a clara proposta metodológica de “como fazer”. Contudo, é importante que o professor tenha consciência das razões de se fazer dessa maneira, de como ocorrem de forma mais clara os processos de relacionabilidade, tão importantes nessa proposta e, indo ao encontro do que propõe Cachapuz (2000), entender como o aluno aprende, pois é importante levar em consideração o processo de construção social do conhecimento.

Moreira (1997, p. 26) discute: as UEPS não são baseadas apenas na TAS.

Na ótica vygotskyana, a internalização de significados depende da interação social, mas, assim como na visão ausubeliana, podem ocorrer no aluno na sua forma final. O indivíduo não tem que descobrir o que significam os signos ou como se usam seus instrumentos. Ele se apropria (reconstrói internamente) essas construções por meio da interação social.

Para Cachapuz (2000), a TAS não dá importância às interações que o aprendiz realiza com seu contexto (interações que fornecem a necessária compreensão do que/como se aprende) e valoriza o entendimento dos processos funcionais de como se pensa individualmente. Dessa forma, a TAS é classificada por Cachapuz como uma perspectiva de aprendizagem como um processo cognitivamente mediado.

Ao mesmo tempo, para Ausubel só podemos considerar que a aprendizagem significativa ocorreu de fato se houve a constituição de um significado psicológico para objeto de estudo e, para isso, deve haver uma relação do conceito (potencialmente significativo ainda) com a estrutura idiossincrática do aprendiz. Contudo, se a estrutura idiossincrática é um construto individual, podemos ignorar as relações que se estabelecem na e para sua constituição e pensarmos a aprendizagem valorizando somente os conhecimentos prévios do aprendiz? O presente estudo apontou que não, por isso se tornou fundamental a utilização da UEPS e da Interdisciplinaridade na presente proposta.

Desta forma, baseando-se nas leituras de Cachapuz (2000) e Machado (1999), julga-se ser importante considerar a constituição da estrutura idiossincrática do estudante, o que possibilita entender melhor como pode ocorrer a aprendizagem. Assim, torna-se relevante conceber metodologias e abordagens que não levem em consideração somente a individualidade do processo cognitivo e o que cada um traz consigo, mas também as relações que se estabelecem, durante o processo de aprendizagem, entre o estudante, seu contexto e suas práticas socioculturais (VYGOTSKY apud CACHAPUZ, 2000), ou seja, como se constitui as aprendizagens em sua estrutura cognitiva.

A interdisciplinaridade e seus pressupostos, já discutidos, buscam a compreensão do mundo mediante a consideração das situações de vivência para discutir e constituir a aprendizagem. Valorizar, ainda, as relações existentes entre os conceitos, as quais estão fundamentadas na própria constituição do conhecimento enquanto processo histórico-cultural e social do homem (JAPIASSÚ, 1976).

Com relação à abordagem interdisciplinar, percebeu-se um grande potencial: a aprendizagem como forma de vencer desafios ou questões que acompanham diariamente o professor na escola; a organização de propostas curriculares integradas como meio de superação das abordagens isoladas entre os professores e suas respectivas disciplinas; possibilitar meios

pelos quais o aluno perceba que o mundo não é isolado, que todos os fatos são interdependentes entre si e, principalmente, que uma ciência sozinha não dá conta de explicar os fenômenos do cotidiano.

Por fim, defende-se que propostas como esta são relevantes para que tenhamos uma mudança na realidade do ensino de Ciências na escola, tanto para professores quanto para alunos. Para os professores, a proposta desenvolvida permitiu um avanço nas discussões sobre interdisciplinaridade (possibilidades, dificuldades) e TAS para a escola. Também, ao trazer para o grupo, há possibilidade da constituição de materiais pedagógicos de sua autoria, valorizando a percepção do grupo, a realidade da escola e suprimindo a carência de materiais didáticos para uma abordagem interdisciplinar, por exemplo. Para os alunos, a proposta os inseriu em um contexto educacional que promoveu uma formação não fragmentada, valorizando a inter-relação dos conceitos e produzindo um movimento crescente de intencionalidade para a aprendizagem, fatores estes que refletiram diretamente na aprendizagem dos conceitos propostos.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. L.; LOPES, A. C. A interdisciplinaridade e o ensino de Química: uma leitura a partir das políticas de currículo. In: SANTOS, Wildson Luiz P. (Org.); MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijui, 2013. (Coleção Educação em Química).

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia das Células*. 3.ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010.

ARAGÃO, R. M. R. *Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais*. 1976. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1976.

ARROYO, Miguel G. *Ofício de Mestre: imagens e auto-imagens*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

AZEVEDO, J. C.; REIS, J. T. Democratização do Ensino Médio: a reestruturação curricular no RS. In: AZEVEDO, Jose Clóvis (Org.); REIS, Jonas Tarcísio (Org.). *Reestruturação curricular do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática*. Fundação Santillana. Editora Moderna, 2013.

BELMONT, R. S.; LEMOS, E. S. A intencionalidade para a aprendizagem significativa da biomecânica: reflexões sobre possíveis evidências em um contexto de formação inicial de professores de educação física. *Ciência & Educação*. v. 18, n. 1, p. 123-141, 2012.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 2010.

BOLIVAR, D. M. et al.. *Ciências Naturais (2010)*. Secretária Municipal da Educação de Vitória, Espírito Santo. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/arquivos/20100218_ens_fund_dir_ciencias_nat.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013.

BONFANTI, A.; et al. Uma análise de materiais didáticos no contexto da história do Ensino de Química no Brasil. In Anais 33º EDEQ (2013). Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2808/2382>.

BRASIL, *Lei n. 4024 de 20 de Dezembro de 1961*; Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1961.

_____, *Lei n. 5692 de 11 de Agosto de 1971*; Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1971.

_____, *Lei n. 9394 de 20 de Dezembro de 1996*; Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1996.

_____, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. *Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEB, 1997.

_____, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. *PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2000.

_____, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. *PCNEM + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2002.

_____, Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. v. 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. Ministério da Educação, Resolução n.º 2, de 30 de janeiro 2012. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: 2012.

CACHAPUZ, A. A procura da excelência na aprendizagem. In MOREIRA, M. A. et al.. (Org.). *Teoria da Aprendizagem Significativa: contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000.

_____. (Coord.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2008.

CARDOSO, K.; OLIVEIRA, E. C.; GRASSI, M. H. *Interdisciplinaridade no ensino de química: uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos*. Disponível em: <https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2013/interdisciplinariedade_no_ensino_de_quimica_uma_proposta_de_acao_integrada_envolvendo_estudos_sobre_alimentos.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.

CHASSOT, A. I. Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C. et al.. *Currículo de Ciências em debate*. Campinas: Papyrus, 2004.

_____. *A educação do Ensino da Química*. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

CICILLINI, G. A.; SICCA, N. A. L. *O ensino de ciências: metodologia de ensino e método científico* (1991). p. 37-41.

COELHO, Tâmara S. F. et al.. Explicando fenômenos a partir de aulas com a temática água. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 1, p. 71-81, 2014. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_1/11-AF-180-12.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.

CORREIA, P. R. M; et al.. A bioquímica como ferramenta interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 19, maio, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a06.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2015.

DA RONCH, S. F. A.; MAIDANA, E. C. B.; ZOCH, A. N. A utilização de simulação computacional como ferramenta para o ensino de geometria molecular no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4, 2014, Ponta Grossa- PR. *Anais* ISSN 2178-6135. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2014/down.php?id=2988&q=1>>. Acesso em: 14 maio 2015.

DIAS, M. et al.. Química e biologia: uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências na Escola Estadual Júlio de Mello. Floresta - PE. In: 54º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2014. Natal, Rio Grande do Norte. ISBN 978-85-85905-10-1. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/6/6006-17010.html>>. Acesso em: 14 maio 2015.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro*: efetividade ou ideologia. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 57. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GASPARIN, João Luiz; PETENUCCI, Maria Cristina. Pedagogia Histórico-Crítica: da teoria à prática no contexto escolar (2008). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2289-8.pdf>. Acesso em 20/01/2016.

HOWLAND, J. L.; JONASSEN, D.; MARRA, R. M. *Meaningful Learning with Technology*. 4. ed. Boston: Pearson, 2011.

JAPIASSÚ, H. *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*. São Paulo: Imago Editora, 1976.

KRASILCHIK, M. Interdisciplinaridade: problemas e perspectivas. *Revista da USP*, n. 39, p. 38-43, 1998.

LUCA, A. G; et al. Vitamina C: um contexto significativo para a experimentação no Ensino Médio. In Anais 33º EDEQ (2013). Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/viewFile/2821/2394>. Acesso em 10/04/2015.

MACHADO, A. H. *Aula de Química*: discurso e conhecimento. Ijuí: Editora Unijuí. 1999.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Pesquisa educacional e Produção de Conhecimento do Professor de Química. In: SANTOS, Wildson Luiz P. (Org.); MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2013. (Coleção Educação em Química).

_____. et al.. Currículo contextualizado na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. In. ZANON, Lenir B. (Org.); MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). *Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no BRASIL*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MARCONDES, M. E. R. et al.. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 14(2), p. 281-298, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID218/v14_n2_a2009.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.

MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. *Revista Brasileira de Educação*. v. 17 n. 49 jan./abr. 2012.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2015.

_____, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.

_____. *Al final, qué es Aprendizaje Significativo?*. Revista *Curriculum*, 25; marzo 2012, pp. 29-56; ISSN: 1130-5371

_____. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Gen, 2014.

_____. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, 2011.

_____. *UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS*. Versão 6.0 Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>> acessado em 23/11/2015>. Acesso em: 14 maio 2015.

MORIN, E. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*. Belo Horizonte, v.23, n. 2, abr./maio 2000, p. 273-283. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n2/2131.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. In: II ENCONTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Burgos, Espanha, set. 2004.

PRAIA, J. F. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: MOREIRA, Marco Antonio. et al. (Orgs.). *Teoria da Aprendizagem Significativa: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000.

_____; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A Hipótese e a Experiência em Educação em Ciência: Contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RAPOPORT, A.; SILVA, J. A. da . A utilização de referenciais teóricos na prática docente. *Psicologia na América Latina*, n. 5, p. 15- 24, 2006.

RIO GRANDE DO SUL (Estado), Secretária da Educação do Estado do Rio Grande do Sul. *Proposta pedagógica para o ensino médio politécnico e educação profissional integrada ao Ensino Médio - 2011-2014*.

ROCHA, S. J. S. Interdisciplinaridade: possibilidades na prática curricular. In: AZEVEDO, Jose Clóvis (Org.); REIS, Jonas Tarcísio (Org.). *Reestruturação curricular do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática*. Fundação Santillana: Editora Moderna, 2013.

SANTOS, A. O. et al.. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, v. 9, n. 7, 2013. Disponível em: <<http://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/viewFile/1517/812>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

SANTOS, C. A.; VALEIRAS, N. Currículo interdisciplinar para licenciatura em ciências da natureza. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, 2504 (2014). Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br>>. Acesso em: 14 maio 2015.

SANTOS, C. S. Ensino de Ciências: abordagem histórico-crítica. Campinas: Editora Armazém do Ipê, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência*, v. 2, n. 2, dez., 2002.

SANTOS, W. L. S.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. In: *Química Nova*. v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

SCHUHMACHER, E; FACHINI, F; DALLABONA, K. Contextualização histórica do vinho: a relação entre biologia e química. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Ponta Grossa, Paraná, 2012.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estela M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de Dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS; Wildson Luiz P. (Org.); MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijui, 2013. (Coleção Educação em Química).

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. In: *Revista Brasileira de Educação*. v. 13, n. 39, set./dez. 2008.

TRINDADE, D. F. Ciência. In: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (Org.); GODOY, Herminia Prado (Coord. Técnica). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez Editora, 2014.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. In: I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – 2009. ISBN: 978-85-7014-048-7. Ponta Grossa, 2009.

VERTUAN, R. E.; BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. O papel da mediação e da intencionalidade em atividades de modelagem matemática. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 7, n. 3, p. 63-80. 2012.

WEISZ, Telma. *O Diálogo entre o ensino e a aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2006.

WIRZBICKI, S. M.; ZANON, L. B. Relações entre conhecimentos de biologia e de química na abordagem de conteúdos de biologia no Ensino Médio. In: ANAIS EREBIOSUL 2013. Eixo Temático: 2. Formação de Professores de Biologia e Ciências.

ZAN, R. et al.. Ensino interdisciplinar da educação ambiental nas disciplinas de biologia e química do ensino médio: uma proposta para as escolas públicas do município de Ariquemes, Rondônia, Brasil. In: *Monografias Ambientais REMOA/UFMS* v(7), n. 7, p. 1630-1645, mar./jun. 2012. (e-ISSN: 2236-1308).

ZANLORENSE, Maria Josélia; LIMA, Michelle Fernandes. Uma análise histórica sobre a elaboração e divulgação dos PCN no Brasil. Grupo de Trabalho: História e Sociedade nos Campos Gerais-PR. In VIII Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas. UNICAMP, 2009. Disponível em https://www.histedbr.fae.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario8/_files/Ey4N6DD7.doc. Acessado em 10/03/2016.



ZANON, L. B. Tendências Curriculares no Ensino de Ciências Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. In: ROSA, Maria Ines P. (Org.); ROSSI, Adriana V. (Org.). *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas. Editora Átomo, 2008.

ZANON, L. B. Grupo de Trabalho Química SEB (GT Química). Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/09Quimica.pdf>. Acessado em 10/03/2016.

_____.; MALDANER, O. A. A Química Escolar na Inter-relação com Outros Campos de Saber. In: SANTOS, Wildson Luiz P. (Org.); MALDANER, Otavio Aloisio (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2013. (Coleção Educação em Química).

APÊNDICES

Apêndice A – Diagnóstico: conhecendo um pouco meus alunos

 		Instrumento de Avaliação da Realidade e Expectativas das Aulas de Química e Biologia	
Identificação do estudante			
1. Idade:	2. Sexo:	2. Trabalha? Se sim qual o local e o que você faz.	
3. Série:	4. Mora com quem:		
Expectativas com relação à escola			
5. Desde quando estuda na escola:		6. Já reprovou? Se sim, em que disciplina:	
7. O que você espera da escola?			
8. Como você vê a escola hoje?			
9. Qual a disciplina que você mais gosta?			
<p>Para responder à questão 10 leia o texto abaixo:</p> <p style="text-align: center;">Os ácidos graxos <i>trans</i> e a margarina⁷</p> <p>A configuração da maioria das ligações duplas nos ácidos graxos insaturados é <i>cis</i>, mas alguns ácidos graxos utilizados na alimentação humana têm configuração <i>trans</i>. Ácidos graxos <i>trans</i> podem vir de fontes animais, como laticínios e carne de ruminantes. Contudo a maioria dos ácidos graxos <i>trans</i> comestíveis consumidos nos países industrializados ocidentais está presente sob a forma de óleos vegetais hidrogenados em algumas margarinas ou gorduras. Ácidos graxos <i>trans monoinsaturados</i> ingeridos pela alimentação pode aumentar os níveis plasmáticos de <i>colesterol</i> e de <i>triglicérides</i>; sua ingestão pode aumentar o risco de doenças cardiovasculares. O estabelecimento do nível exato desse risco, porém requer mais estudos.</p>			

⁷ Extraído do livro: Bioquímica. Ed. Pearson. p. 261.

10. Após a leitura do texto acima, qual ou quais disciplinas você imagina que possam ter relação com o assunto abordado no texto?

11. O que você gosta na aula de Química e por quê?

12. O que você não gosta na aula de Química e por quê?

13. Como você daria a sua aula se você fosse o professor?

14. Qual profissão você pretende seguir no futuro?

Apêndice B – Artigo publicado**APLICAÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA INTRODUÇÃO DOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA E BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO⁸**

Resumo: A teoria de aprendizagem significativa (TAS) de Ausubel coloca que algumas condições são fundamentais para que a aprendizagem ocorra, entre elas destacam-se aqui duas: uma é a de que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo e a outra é que o aprendiz manifeste disposição positiva para aprender. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências de ensino fundamentadas na TAS que visam atuar como facilitadora da aprendizagem significativa. O objetivo deste trabalho foi relatar parte de uma pesquisa desenvolvida com alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma escola estadual de Passo Fundo. Esta visou desenvolver e aplicar uma UEPS para introduzir de forma interdisciplinar o tema Nutrição, selecionado pela escola-alvo. A partir deste tema os professores escolheram como alimento foco o leite e construíram um mapa conceitual (MC), de maneira a terem um panorama dos aspectos e conteúdos a abordar. Nesta etapa da pesquisa foi construída a UEPS envolvendo os conteúdos iniciais da série e, também, um material de apoio para os alunos. Os organizadores prévios empregados foram um vídeo sobre produção leiteira e reportagens que tratavam de assuntos relacionados ao leite, em especial os nutricionais. Emergiram desta etapa as principais classes bioquímicas (carboidratos, vitaminas, etc.) as quais serviram de base para focar os conceitos básicos na etapa introdutória da química orgânica como as representações estruturais. A avaliação foi realizada ao longo da intervenção didática por meio da observação dos questionamentos feitos pelos alunos e envolvimento nas atividades e ao final, com a construção de um MC. Pode-se observar que os alunos interagiram bem com as atividades que discutiram situações do contexto. Nos MC, no geral, observou-se a construção de relações entre conceitos bioquímicos de modo interdisciplinar. A partir da análise das atividades de sistematização, evidenciou-se a aprendizagem dos conceitos desenvolvidos.

Palavras-chaves: química orgânica, nutrição, fórmulas estruturais.

Abstract: Application of a Potentially Meaningful Teaching Units for the introduction of chemical and biological contents in high school

The Ausubel's meaningful learning theory (MLT) states that some conditions are fundamentals for learning to take a place, among these, two stand out here: one establishes that the material to be learned be potentially meaningful, and the another one states that the apprentice express positive readiness to learn. The Potentially Meaningful Teaching Units (PMTUS) are teaching sequences based on MLT with the goal to facilitate the meaningful learning. The aim of this work was to describe a part of a research developed with third year students from a public high school located in Passo Fundo. This was aimed to build and to apply a PMTUS to introduce, in a interdisciplinary way, the Nutrition theme selected by target school. From this general theme the teachers focused on milk to construct a concept map (CM) with the purpose to have a picture of the aspects and contents to discuss. The PMUTS involved the initial contents from this stage;

⁸ DA RONCH, Sthefen Fernando Andrade; ZOCH, Alana Neto; LOCATELLI, Aline. Aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para introdução dos conteúdos de Química e Biologia no ensino médio. Artigo publicado na Revista Polyphonia (ISSN 2236-0514), v. 26, p. 131-144, 2015.

a supporting material for students was also prepared. The previous organizers employed was a video about milk production and reports covering different subjects related to milk, specially the nutrition ones. The main biochemical classes (carbohydrates, vitamins, etc.) emerged from this stage served as a guidelines to approach the basic concepts in the introductory step, specially the structural representations. The evaluation was conducted during the didactic intervention by observing the questions made by the students and their involvement into the activities; at the end of the PMTUS the construction of CM was also requested. It can be observed that students interacted well in activities that discuss context situations. From CM, in general, it was observed the construction of relations between biochemical concepts in a interdisciplinary way. From the analysis of systematization activities the learning of the concepts developed become evident.

Key-words: organic chemistry, nutrition, structural formulae.

Apresentação do problema de pesquisa

Os problemas de aprendizagem escolar na área de Ciências parecem relacionar-se entre si pela forma como os conteúdos são selecionados, organizados, planejados e desenvolvidos em sala de aula (LOPES, 2007). Nesse sentido torna-se relevante repensar a organização curricular dos conteúdos de Ciências na busca por uma aprendizagem significativa para os estudantes.

Objeto de investigação

Através de uma perspectiva interdisciplinar, buscou-se realizar a reorganização curricular entre os conceitos de Química e Biologia para o 3º Ano do Ensino Médio dentro da temática Nutrição, especificamente relacionada ao leite, por meio da construção de UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – (MOREIRA, 2011), buscando partir de situações com significação para o estudante, identificadas nos contextos de vivência cotidiana dos alunos, tendo como base a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Investigar os conhecimentos prévios dos estudantes mediante a aplicação desta UEPS tornou-se necessário em vista de que a proposta de trabalho interdisciplinar entre as áreas de química e biologia que está sendo desenvolvida viesse apoiada por uma abordagem inicial mais ampla do tema. Esta foi a ideia desta UEPS, a qual permitiu que durante sua aplicação ocorresse uma introdução dos temas e conceitos de forma mais abrangente e inclusiva, possibilitando que os estudantes externalizem seus conhecimentos prévios de modo a orientar a produção do material de apoio que está sendo utilizado pelas disciplinas.

Fundamentação Teórica

As dificuldades dos estudantes quanto ao aprendizado científico remete à qualidade dos conteúdos que lhe são ensinados, carentes de sentidos e significados na sua formação humana e profissional (MALDANER, 2007), nesse sentido as estratégias e metodologias adotadas pelos docentes devem buscar atuar nessas lacunas. A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por Ausubel, cognitivista e construtivista, estabelece que o indivíduo apresenta uma estrutura cognitiva (EC) preexistente, elaborada ao longo de sua vida, a qual tem uma função importante em termos de interação com cada nova informação recebida por este indivíduo. Nesta, o processo de armazenamento das informações é organizado formando uma hierarquia conceitual que pode ser modificada à medida que se confronta com novas informações.

O conhecimento acumulado constitui o que autor denomina de subsunçor e define como sendo um conceito facilitador ou inserido para um novo assunto, e, a partir do qual, uma aprendizagem com entendimento, acompanhada por aquisição e retenção de estruturas estáveis e organizadas de conhecimento pode ocorrer (TRINDADE e HARTWIG, 2012). Em termos de aprendizagem, esta teoria propõe que a nova informação que chega ao indivíduo, mais especificamente ao aprendiz, será “ancorada” na EC de maneira a receber um significado. Desta maneira, para Ausubel, o movimento de aprender é mais eficiente nas ocasiões nas quais o estudante consegue agregar e incorporar ao repertório de conceitos previamente organizados os novos conteúdos, evitando assim que estes sejam armazenados na estrutura cognitiva por meio de associações espúrias (PELIZZARI *et al.*, 2002).

Com isto percebe-se que o conhecimento prévio do aprendiz é uma condição necessária para a AS e passa a ter uma função importante no que tange ao ensino e a aprendizagem, uma vez que se pode inferir desta proposta que para conseguir uma aprendizagem que tenha significado para o aluno, o professor deve, em primeiro lugar, buscar o que este já sabe para então apresentar o conteúdo que deseja ensinar. Ressalta-se também que outra condição importante para a AS é que o aprendiz tenha disposição para aprender significativamente, ou seja, que ele queira dar significado ao novo conhecimento (MOREIRA, 2011).

No âmbito do ensino de Ciências, a aprendizagem significativa cria, para os professores e para os alunos, a possibilidade de contextualização dos conhecimentos científicos, promovendo, assim, um aprendizado mais efetivo, capaz de tornar o indivíduo um sujeito apto a construir sua própria formação. (GOMES, 2009-2010).

O acesso a esta estrutura preexistente pode ser conseguido, segundo propõe Ausubel, via a utilização de organizadores prévios ou pseudo-organizadores prévios, os quais são materiais introdutórios que servirão de ligação ou ponte entre o que o aluno já conhece e aquilo que o professor quer ensinar. O que distingue um organizador de um pseudo-organizador e que o primeiro se destina a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos enquanto o segundo se destina a vários tópicos ou unidades de estudo. Estes materiais devem apresentar maior generalidade, abstração e inclusividade que o material a ser ensinado, mas, devem fornecer um contexto que viabilize a aquisição significativa de novos conhecimentos.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), tornam-se uma metodologia a ser utilizada pelo professor com o objetivo de oferecer contributos para a construção de uma aprendizagem cada vez mais significativa, em detrimento da aprendizagem mecânica, bem de acordo com Moreira (2011)

com a intenção de contribuir para modificar, pelo menos em parte, essa situação, propõe-se neste trabalho a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula. (pg. 2)

Metodologia

O trabalho realizado foi alinhado com o tema geral, nutrição, proposto por uma escola pública, localizada em Passo Fundo - RS. A escolha do leite, especificamente, reflete a importância deste nutriente dentro da cadeia produtiva regional e para a saúde humana, logo, com facilidade para contextualização no ensino. O trabalho começou a ser desenvolvido com alunos do 2º ano do ensino médio (EM) desta escola pois o intuito foi o de aplicar a presente UEPS no início do 3º ano, desta mesma turma. A sequência de desenvolvimento do presente trabalho pode ser observada na figura 1. O desenvolvimento das atividades com os alunos do 2º ano foi baseado na leitura de textos de apoio, realização de atividades experimentais e pesquisa sobre o leite e sua cadeia de produção local.

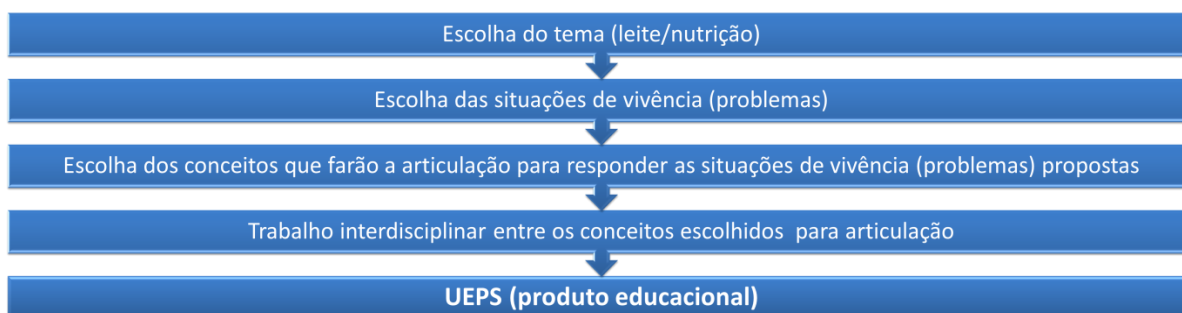


Figura 1 - Fluxograma de elaboração da UEPS.

Inicialmente, as disciplinas envolvidas, química e biologia, elaboraram o primeiro mapa conceitual (Figura 2) envolvendo os tópicos da cadeia produtiva do leite que seriam abordados. A etapa seguinte foi à elaboração de um MC envolvendo os conceitos a serem trabalhados de forma articulada entre as disciplinas e a UEPS.

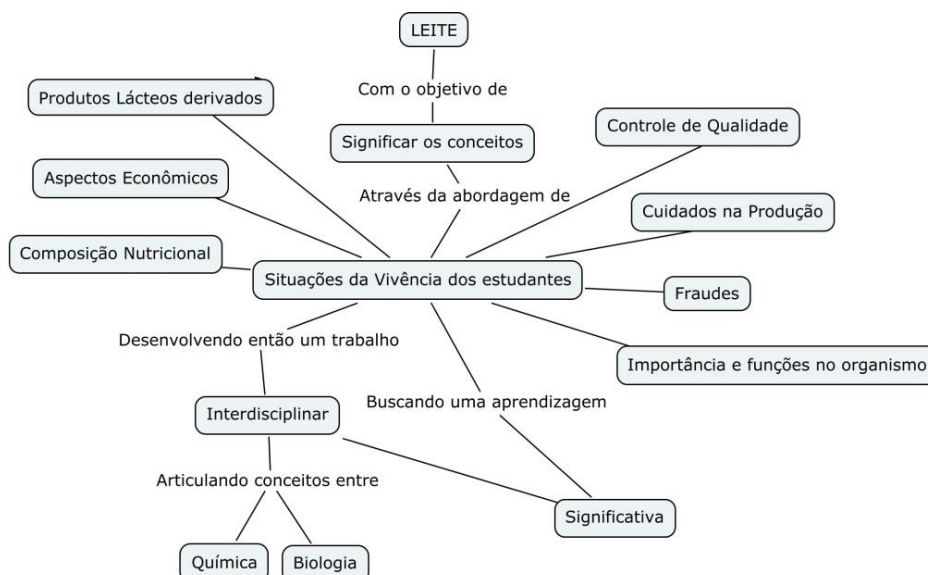


Figura 2 - Mapa conceitual elaborado entre os professores de química e biologia.

Após a elaboração dos MC, iniciou-se o processo de confecção do material de apoio e detalhamento de tempo para aplicação da UEPS. Nessa etapa, foram realizados ao total 6 encontros (cada um com 50 minutos) para preparar o material de apoio interdisciplinar e durante a aplicação da UEPS um encontro semanal com duração de 1 período (50 minutos) para acompanhar e discutir o andamento da UEPS.

A preocupação central durante a elaboração da UEPS era como realizar a articulação dos conceitos das disciplinas, construindo então um trabalho interdisciplinar, de modo que não se restringisse em citações de exemplos isolados cada disciplina. Uma abordagem interdisciplinar torna-se relevante face às dificuldades que temos hoje e o caráter cada vez mais

dinâmico que o conhecimento científico assume. Entretanto, assumir uma postura interdisciplinar não significa abrir mão dos conceitos disciplinares, como cita Maldaner *apud* Abreu e Lopes (2013):

Maldaner, por exemplo, afirma que a comunidade de ensino de Química, defende a abordagem interdisciplinar sem abrir mão dos conceitos constituídos disciplinarmente. A defesa de seu campo de conhecimento, dos conteúdos, concepções e perspectivas que constroem a comunidade disciplinar permanece, tudo em vista que não poderiam ser abandonados. (pg. 85-86).

Nesse sentido, durante a etapa de planejamento da UEPS, buscaram-se identificar dentro das situações propostas quais seriam os conceitos disciplinares que teriam a possibilidade de se articular tanto com a situação proposta, quanto entre si. O quadro 1 descreve como ficaram as etapas da UEPS, construídas conforme proposto por Moreira (2011), o tempo previsto e a sistematização dos conceitos a serem abordados em cada etapa.

UEPS 1 – O Leite nosso de cada dia					
Aula	Sequência UEPS	Biologia		Química	
		Detalhamento	Tempo	Detalhamento	Tempo
1	1. Situação inicial	Mamíferos, importância do leite materno e da amamentação.	1 período	Café da manhã de abertura com derivados do leite e identificação dos produtos lácteos.	1 período
2	1. Cont. Situação inicial 2. Situação problema 3. Exposição dialogada aprofundamento	Reportagens: Biologia: Higiene e importância do leite. Vídeo: Higiene, rentabilidade e agilidade no processo.	1 período	Razões das adulterações e substâncias químicas utilizadas. Estabilidade do leite com consequente manutenção das características nutricionais.	1 período

3	3. Exposição dialogada aprofundamento	Conceito de nutriente, importância do organismo.	1 período	Nutriente como substância química. Estruturas dos nutrientes e das substâncias que não são nutrientes. Aplicações tecnológicas da Química.	1 período
4	4. Nova situação problema 5. Avaliação somativa individual	Riscos à saúde dos conservantes presentes nos alimentos. Riscos da ingestão exagerada de algum nutriente. Doenças causadas pela ingestão em excesso de alguns nutrientes.	1 período	Representações utilizadas na Química Orgânica. Tecnologia aplicada na produção de alimentos e alimentos fortificados. Atividades de Sistematização.	1 período
5	6. Aula expositiva final	Correção e discussão Atividades de Sistematização e elaboração do mapa conceitual dos conceitos construído pela professora e posterior construção do mapa pelos estudantes.	1 período	Correção e discussão Atividades de Sistematização. Aula expositiva final	1 período
6	7. Avaliação da aprendizagem 8. Avaliação da UEPS	Construção do painel com as substâncias pesquisadas.	1 período	Elaboração do mapa conceitual dos conceitos construído pelo professor e posterior construção do mapa pelos estudantes.	1 período
Total de aulas			6		6

Quadro 1 – Sistematização da UEPS

Resultados e Considerações

O processo de avaliação da UEPS foi desenhado de duas formas, porém com um objetivo comum, a busca por evidências da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (*apud* Moreira, 2011), a compreensão de conceitos implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis, contudo, o simples teste dessa compreensão pode levar a obter respostas previamente propostas de modo mecanizado.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas. (Moreira, 2011, pg. 24)

Assumindo ainda que a aprendizagem significativa é progressiva, formativa e recursiva (Moreira, 2012), uma das formas de avaliação foi contínua, ou seja, ao longo de toda a intervenção didática, tanto na disciplina de Química, quanto na de Biologia. Indo tanto no sentido da avaliação progressiva da construção dos conceitos propostos, como no sentido de uma avaliação mediadora, como proposto por Hoffmann (2012).

- Oportunizar aos alunos muitos momentos de expressar suas ideias;
- Oportunizar discussão entre os alunos a partir de situações desencadeadoras;
- Realizar várias tarefas individuais, menores e sucessivas, investigando teoricamente, procurando entender razões para as respostas apresentadas pelos estudantes. (pg. 65)

A outra forma de avaliação foi efetuada ao término da intervenção, através da resolução de atividades de sistematização e elaboração de um mapa conceitual pelos estudantes sobre o trabalho realizado entre as disciplinas, com o objetivo de que os estudantes pudessem transpor os conceitos construídos para novas situações, fora do contexto original do material instrucional (Moreira, 2011).

Ao longo da intervenção observou-se grande interesse dos estudantes pelas temáticas propostas, fato esse que foi evidenciado através dos inúmeros questionamentos feitos pelos mesmos no decorrer das atividades e discussões propostas. Cabe ressaltar, que a região onde os

alunos estão inseridos, e o próprio estado do Rio Grande do Sul, vem se desenhando como uma grande bacia leiteira nos últimos anos, e como consequência disso, também acabaram aumentando a recorrência de adulterações na indústria do leite, sempre com grande repercussão na mídia. Nesse sentido, observou-se forte significado para os alunos a abordagem de questões relacionadas à adulteração do leite, pode-se relatar o questionamento do aluno A6 durante momento de discussão da UEPS “mas professor, *a gente* sente gosto diferente no leite quando o leite é fraudado?”, ou ainda o questionamento do aluno A9, “professor, quando *eles* colocam *álcool* no leite, o leite fica com gosto de *álcool*?”.

A análise dos mapas conceituais permitiu observar que na maioria dos casos os alunos conseguiram construir os conceitos bioquímicos abordados de modo interdisciplinar, ou seja, conseguindo estabelecer relações entre os conceitos abordados dentro das disciplinas específicas. A UEPS permitiu a construção de conceitos iniciais com uma visão mais integrada entre as duas disciplinas, permitindo então que esta abordagem tenha continuidade ao longo do ano no desenvolvimento de mais atividades como essa ao longo do ano.

A análise dos MC foi realizada através da separação dos MC elaborados em dois grupos:

- Grupo A: os estudantes evidenciaram a construção de conceitos bioquímicos construídos a partir do trabalho interdisciplinar; e
- Grupo B: os estudantes evidenciaram nos MC principalmente as situações trabalhadas e não os conceitos propostos dentro da abordagem da UEPS.

No Grupo A, os alunos estabeleceram relações entre os grupos bioquímicos que apareceram nas atividades propostas da UEPS, demonstrando reconhece-los de duas formas: enquanto substâncias químicas e como nutrientes necessários ao nosso organismo, evidenciando assim a construção da aprendizagem no sentido de uma aprendizagem significativa e interdisciplinar. Descrevendo a análise de um dos mapas, foi possível verificar que o estudante A1 (Figura 3) construiu ideia de que a “nutricionalidade” (palavra utilizada por ele em seu MC) tem relação com os componentes químicos dos nutrientes, ou seja, as substâncias químicas.

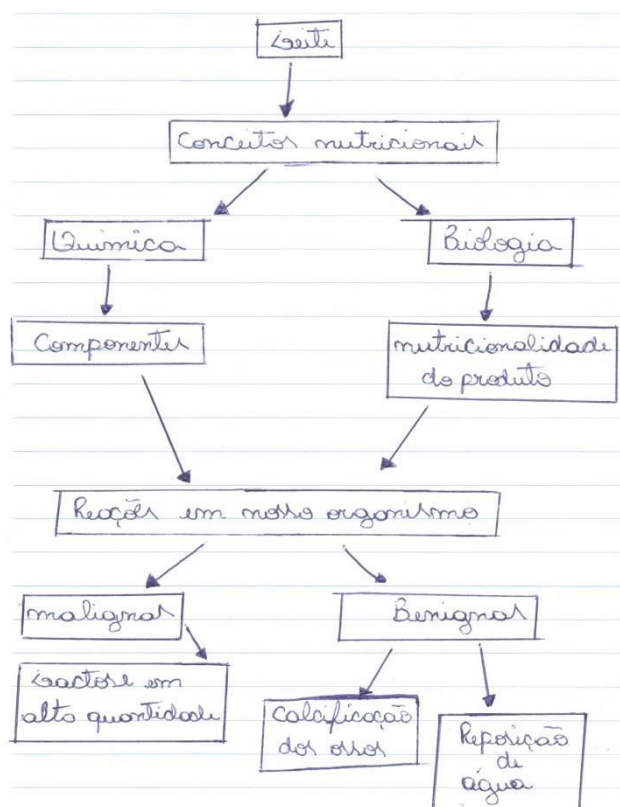


Figura 3 - Mapa Conceitual elaborado por estudante A1.

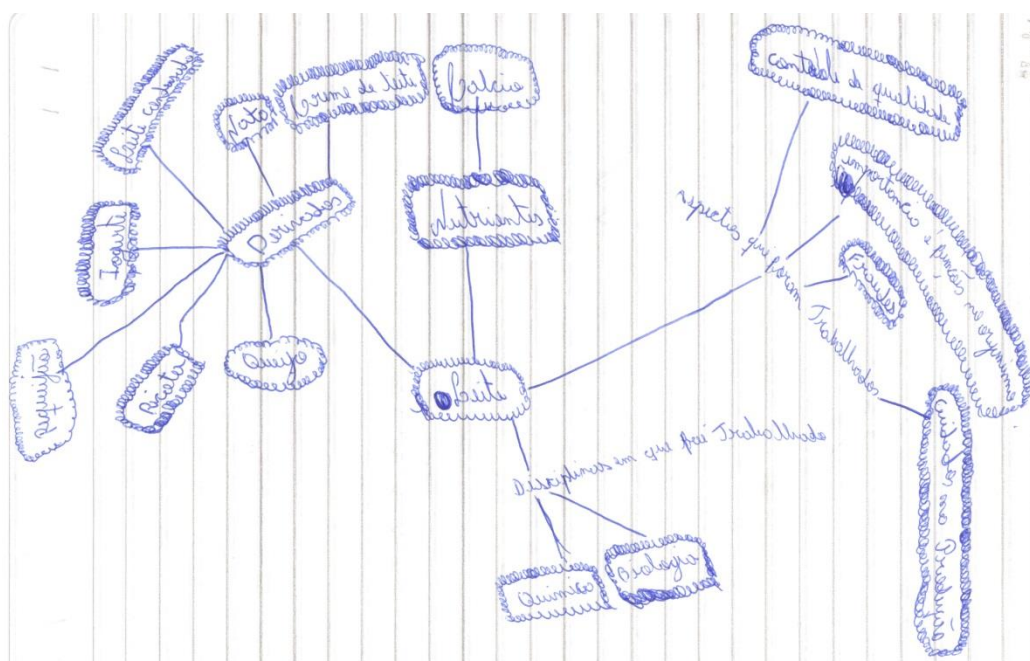


Figura 4 - Mapa conceitual elaborado pelo estudante A10.

Uma análise mais ampla identificou aspectos comuns em todos os mapas, como por exemplo, que as adulterações realizadas no leite se baseiam em conceitos químicos e biológicos, bem como, que as ferramentas para controle de qualidade utilizadas pela indústria envolvem novamente os conceitos da área. Possibilitando observar então, que no geral percebeu-se evidências da aprendizagem significativa.

Durante a resolução das atividades propostas percebeu-se nos estudantes a dificuldade em conceitos relacionados à representação das fórmulas estruturais, evidenciando-se a dificuldade de abstração, que poderia ser diminuída mediante a utilização de um software simulador ou de modelos moleculares tridimensionais, facilitando assim a visualização do modelo proposto ao abordar conceitos como representação por perspectiva, por exemplo. Moura (2010) discute essa dificuldade de abstração, pois capacidade de visualização tridimensional não é natural para muitos alunos. Tal fato cria um obstáculo considerável no processo de aprendizagem de estudantes que se apresentam limitados diante dessa necessária habilidade. Para um próximo trabalho, sugere-se a discussão de como a utilização de simuladores computacionais pode ser utilizada para auxiliar na abordagem de conceitos relacionais as formas de representação das substâncias orgânicas, semelhante a discussão realizada com a geometria molecular por Da Ronch *et al.* (2014).

As ferramentas comumente utilizadas no trabalho dos conteúdos de Química não auxiliam na superação dessa limitação. O quadro e o livro didático – já utilizados há tantos anos – não conseguem descrever e demonstrar de forma efetiva a orientação espacial das moléculas e, de forma genérica, os modelos da ciência química como um todo. Estas moléculas estas são instrumentos de trabalho e de representação da Química, onde reside a necessidade da familiarização de sua representação pelos estudantes para que possam compreender a linguagem química. (pg. 4).

A utilização da UEPS apresentou-se como um importante recurso didático para auxiliar na construção da aprendizagem dos estudantes e para o professor no trabalho com os conceitos. Ainda, a UEPS em questão possuía um caráter e planejamento interdisciplinar, demonstrando ser possível a adoção de práticas interdisciplinares na escola, sobretudo quando se fala dentro da área das Ciências da Natureza. Momentos conjuntos de planejamento entre os professores das disciplinas tornaram-se relevantes e tiveram papel de destaque na execução da UEPS, pois nestes momentos foram realizadas discussões sobre a melhor forma de abordagem dos conceitos dentro da atividade proposta.

Estratégias como a UEPS auxiliam o professor no trabalho com os conteúdos e possibilitam uma maior interação dos estudantes com os conceitos, muitas vezes desconexos da sua realidade. Nesse sentido, a utilização de temas considerados potencialmente significativos colaboram nessa interação dos estudantes, fazendo com que estes atuem como organizadores prévios e subsunçores para ancoragem de conceitos a serem construídos.

A utilização desta abordagem exige um envolvimento maior e mais responsável do professor, uma vez que torna-se fundamental um despendimento maior de tempo para planejamento do trabalho docente, pois o trabalho com os conteúdos torna-se mais sistemático e com conexões entre os mesmos, sobretudo no que tange a abordagens interdisciplinares.

Referências Bibliográficas

ABREU, R. G.; LOPES, A. C. A interdisciplinaridade e o Ensino de Química. In: MALDANER, O. A.; SANTOS, W. L. P. (Orgs). Ensino de Química em Foco. Ed. Unijui, 2013. p. 78-99.

DA RONCH, S. F. A.; MAIDANA, E. B.; ZOCH, A. N. A utilização de simulação computacional como ferramenta para o ensino de geometria molecular no ensino médio. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 4, 2014, Ponta Grossa- PR. Anais ISSN 2178-6135. Disponível em <http://www.sinect.com.br/2014/down.php?id=2988&q=1>. Acessado em 14 de maio de 2015.

GOMES, A.P. *et al.*. Revista Ciências & Ideias n.1, v.1- out/mar 2009-2010, Ensino de Ciências: dialogando com David Ausubel.

HOFFMANN, J. Avaliação Mediadora. Porto Alegre – RS, Ed. Mediação, 2009.

LOPES, A.C. Currículo e Epistemologia. Ijuí-RS: Ed. Unijuí, 2007.

MALDANER, O.A. e col. Currículo contextualizado na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a situação de estudo. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O.A.(Orgs). Fundamentos e propostas de ensino de química para a Educação Básica no Brasil. Ed. Unijuí, 2007. p.109-138. (Coleção educação em Química).

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acessado em: 02 de maio de 2015.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, Aprendizagem Significativa em Revista, v 1, n. 2, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo-SP: Editora Gen, 2011.

PELIZZARI, A. et al., Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001 – jul. 2002.

TRINDADE, J. O. e HARTWIG, D. R., Química Nova na Escola, vol. 34, n° 2, p. 83-91, maio, 2012.

SANTOS, W. L. P. et al.. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. Química Nova na Escola, 20, n.20, p.11-14, nov. 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a02.pdf>>. Acesso em: 02 de maio de 2015.

SANTOS; W.L.P. e MORTIMER, E.F (2002) Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências, 2 (2).

Apêndice C – UEPS

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

“Vitaminas: funções, estruturas, disponibilidade e propriedades”

Produto educacional vinculado a dissertação:

Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar entre Química e Biologia

O presente trabalho faz parte de uma produção didática que é composta por duas partes:

- Parte 1: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
- Parte 2: material de apoio a ser utilizado pelos docentes e pelos estudantes

As partes 1 e 2 em conjunto formam o produto educacional intitulado como “Vitaminas: funções, estruturas, disponibilidade e propriedades”, o qual é o produto da dissertação de mestrado “O uso de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) na aprendizagem de tópicos de Química e Biologia para o 3º ano do EM”, sendo estes, o produto e a dissertação, pré-requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo.

A elaboração da UEPS buscou seguir os pressupostos que Moreira (2011) estabelece para a construção e planejamento da UEPS. Ainda que se baseando nos conceitos do referido autor, anterior ao desenvolvimento da UEPS propriamente dita, foram realizados dois trabalhos prévios à UEPS, o quais chamaremos de Pré-unidade e Pré-UEPS, que foram desenvolvidos com os alunos do 2º ano do Ensino Médio (que no ano seguinte estariam no 3º ano e por consequência participariam da aplicação da unidade) e com os alunos já no 3º ano, respectivamente.

A etapa de Pré-unidade centrou-se na realização de trabalhos de pesquisa orientados pelos professores, leitura e discussão de reportagens pesquisadas pelos próprios alunos relacionados ao tema (Leite) e realização de atividades experimentais. A Pré-UEPS, foi realizada mediante a aplicação de uma unidade envolvendo os conceitos iniciais. De modo geral, espera-se que o desenvolvimento das etapas subsequentes seria beneficiado pelos

conceitos já sistematizados, e que estes sirvam então como subsunsores as novas aprendizagens.

A UEPS planejada contempla conceitos da área de Ciências da Natureza, mas especificamente relacionados as disciplinas de Química e Biologia, de modo que os mesmos possam ser abordados de maneira interdisciplinar. A escolha dos conceitos baseou-se na possibilidade que os mesmos teriam de se articular tanto com a situação proposta, quanto entre as duas disciplinas.

Objetivamos então com essa UEPS abordar os seguintes conceitos: representação estrutural das vitaminas, disponibilidade, funções biológicas, funções orgânicas, propriedades físicas das substâncias orgânicas (solubilidade/temperatura de fusão/temperatura de ebulição) e doenças relacionadas as vitaminas (hipovitaminose/hipervitaminose), com alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada em Passo Fundo-RS.

A seguir estão descritas as etapas e seus detalhamentos previstos para a intervenção didática.

ETAPA I – PRÉ-UNIDADE E PRÉ-UEPS

A etapa prévia a aplicação da UEPS foi realizada em dois momentos. O primeiro momento foi realizado quando os estudantes estavam no 2º ano do ensino médio, os professores de Química e Biologia solicitaram trabalhos de pesquisa sobre os tipos de adulteração no leite e a influência da raça do gado sobre a produtividade, bem como análise de reportagens que os alunos deveriam pesquisar sobre o leite e sua cadeia de produção local. Os alunos deveriam realizar as pesquisas e os trabalhos e entrega-los em uma pasta, contendo os trabalhos, reportagem pesquisada/analizada e principalmente os relatos que elaboraram com base nas leituras realizadas aos professores.

Em aulas, no trabalho com os conceitos das disciplinas, em Química no trabalho com as Propriedades Coligativas e em Biologia no trabalho com Genética e os Reinos, os professores buscavam direcionar as discussões para a temática proposta, como exemplo discutir a alteração na temperatura de congelamento do leite devido a adição de água e/ou álcool etílico. Ainda, na primeira etapa os estudantes iniciariam o processo de familiarização, por exemplo, com a utilização de mapas conceituais no final do 2º ano, ao realizarem atividades de sistematização orientadas pelo professor de Química em que deveriam fazer a construção de mapas conceituais para sistematizar os conceitos trabalhados. Também foram promovidas discussões e debates a

partir da leitura de textos de apoio utilizados por ambos os professores (de Química⁹ e Biologia¹⁰) em suas aulas, os quais atuaram como organizadores prévios dentro da perspectiva da AS. Ao término desse momento, os estudantes deveriam escolher uma reportagem sobre o tema e elaborar um relato para entregar aos professores sobre o que foi discutido na reportagem e a relação com a realidade dos estudantes.

No segundo momento, foi aplicada com os estudantes a Pré-UEPS sobre o leite, com o objetivo de se abordar os conceitos iniciais chave das disciplinas de Química e Biologia que seriam necessários para o desenvolvimento do presente produto educacional. Segue abaixo quadro que descreve os tópicos abordados, conceitos envolvidos e o tempo previsto para aplicação da Pré-UEPS.

Pré-UEPS – O Leite nosso de cada dia					
Aula	Sequência	Biologia		Química	
		Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
1	1. Situação inicial	Mamíferos, importância do leite materno e da amamentação.	1 período	Café da manhã de abertura com derivados do leite e identificação dos produtos lácteos.	1 período
2	1. Cont. Situação inicial 2. Situação problema 3. Exposição dialogada aprofundamento	Reportagens: Biologia: Higiene e importância do leite. Vídeo ¹¹ : Higiene, rentabilidade e agilidade no processo.	1 período	Razões das adulterações e substâncias Químicas utilizadas. Estabilidade do leite com consequente manutenção das características nutricionais.	1 período
3	3. Exposição dialogada aprofundamento	Conceito de nutriente, importância do organismo.	1 período	Nutriente como substância Química. Estruturas dos nutrientes e das substâncias que não são nutrientes. Aplicações tecnológicas da Química (reações Químicas utilizadas na fabricação de iogurtes, queijos, por exemplo).	1 período

⁹ Adição de álcool etílico e água <http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10712.pdf> acessado em 31/05/2015.

¹⁰ Influência da Raça na produtividade: http://www.milknet.com.br/?pg=artigos_tecnicos&id=6&local=1 acessado em 31/05/2015.

¹¹ Fazenda Figueiredo: Você já imaginou uma fazenda onde quase tudo é automatizado? <https://www.youtube.com/watch?v=1uOpkNeZrz0>

Pré-UEPS – O Leite nosso de cada dia					
Aula	Sequência	Biologia		Química	
		Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
4	4. Nova situação problema 5. Avaliação somativa individual	Riscos à saúde dos conservantes presentes nos alimentos. Riscos da ingestão exagerada de algum nutriente. Doenças causadas pela ingestão em excesso de alguns nutrientes.	1 período	Representações utilizadas na Química Orgânica. Tecnologia aplicada na produção de alimentos e alimentos fortificados (leites especiais ou enriquecidos). Atividades de Sistematização.	1 período
5	6. Aula expositiva final	Correção e discussão Atividades de Sistematização e elaboração do mapa conceitual dos conceitos construído pela professora e posterior construção do mapa pelos estudantes.	1 período	Correção e discussão Atividades de Sistematização. Aula expositiva final	1 período
6	7. Avaliação da aprendizagem 8. Avaliação da UEPS	Construção do painel com as substâncias pesquisadas.	1 período	Elaboração do mapa conceitual dos conceitos construído pelo professor e posterior construção do mapa pelos estudantes.	1 período
Total de aulas			6		6

***Cada período corresponde a 50 minutos.**

PARTE II – UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Aqui será apresentada a intervenção didática (UEPS) que faz parte do produto, o quadro descreve os tópicos abordados, conceitos envolvidos e o tempo previsto para aplicação da UEPS.

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
1. Situação inicial	Importância dos nutrientes. Como a população brasileira se alimenta? Discussão do cardápio dos estudantes. Quais alimentos ingeridos no dia-a-dia contêm vitaminas?	1 período	Retomada da ideia do conceito de nutriente enquanto substância química. Quais vitaminas os estudantes conhecem? Apresentação da estrutura de algumas vitaminas. Retomada da ideia de substâncias orgânica.	1 período
2. Situação problema	Retomada da discussão sobre os hábitos alimentares da população brasileira.	1 período	Leitura e discussão de reportagem sobre a Vitamina D. Análise da	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
	<p>Importância da ingestão de vitaminas e funções biológicas. Basta somente ingerir a vitamina D? Riscos dos atuais hábitos da população. Quais alimentos contêm vitamina D e respectivas quantidades. Apresentação IDR.</p>		<p>estrutura de algumas vitaminas, analisar os átomos que a compõe. Discussão da relação entre estrutura química e propriedades nutricionais/bioquímicas.</p>	
3. Exposição dialogada aprofundamento	<p>Doenças associadas a carência da vitamina B3 (pelagra, fraqueza muscular, dificuldade de digestão e erupções cutâneas). Quais alimentos contêm vitamina A e respectivas quantidades. Apresentação IDR. Introdução da ideia de hipervitaminose e hipovitaminose.</p>	1 período	<p>Apresentação das funções orgânicas: 1. Amina e Ácido carboxílico (Vitamina B3). 2. Álcool (Vitamina A) – Discussão sobre a Adição de Álcool etílico em leite.</p>	1 período
	<p>Doenças associadas a carência da vitamina A. Discussão sobre a Xerofalmia, abaixamento da imunidade, diminuição de crescimento (raquitismo), cálculos renais. Discussão sobre a Vitamina E, doenças relacionadas: importância para o sistema neurológico, fertilidade e produção de hormônios. Quais alimentos contêm vitamina E e respectivas quantidades. Apresentação IDR.</p>	2 períodos	<p>Éter (Vitamina E). Responsabilidade da indústria sobre a adulteração no Leite (Texto de Apoio MAPA). 4. Aldeído (Formaldeído). 5. Cetonas (Vitamina K).</p>	1 período
	<p>Continuação discussão Vitamina E, abordagem dos mecanismos de absorção de nutrientes no organismo humano, ênfase na absorção intestinal. Ingestão de polivitamínicos por pacientes que foram submetidos a cirurgias bariátricas.</p>	1 período	<p>Éster (Vitamina C). Discussão sobre o Escorbuto. Atividade Experimental: Investigando o teor de Vitamina C presente em alguns alimentos.</p>	1 período
	<p>Retomada dos conceitos relacionados ao sistema digestivo e relação com indivíduos submetidos a cirurgias bariátricas e a necessidade de uma boa mastigação dos alimentos. Riscos da adição de <i>formol</i> no leite.</p>	1 período	<p>Precusores de Vitaminas: Hidrocarbonetos. Regras básicas de nomenclatura para funções orgânicas. Atividades de sistematização.</p>	1 período
4. Nova situação problema	<p>Mecanismos de coagulação do sangue e Vitamina K: importância para recém-nascidos e indivíduos adultos.</p>	1 período	<p>Vitaminas Lipossolúveis e Vitaminas Hidrossolúveis: agrupar vitaminas trabalhadas durante a abordagem das funções</p>	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
4. Nova situação problema	Realização de Atividades de Sistematização (exercícios em duplas).		orgânicas segundo sua quantidade diária recomendada de ingestão. Retomada de conceitos Ligação Covalente Polar e Apolar.	
	Escorbuto e Vitamina C. Histórico do escorbuto. Discussão da Atividade Experimental sobre o Teor de Vitamina C em diferentes alimentos, e retomada da questão, como estamos nós alimentando?	1 período	Retomada de conceitos: Polaridade das Moléculas. Utilização de Simuladores: Polaridade da Molécula. Interações intermoleculares (esta etapa constitui a unidade das propriedades físicas de compostos orgânicos - polaridade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição)	1 período
	Precusores vitamínicos, conceituação, exemplos e importância. Relação betacaroteno com a pigmentação da pele (bronzado). Vitaminas Lipossolúveis e Hidrossolúveis, conceituação e discussão dos IDRs.	1 período	Solubilidade em água, fatores que influenciam a solubilidade: foco nas vitaminas. Utilização de simuladores: interações intermoleculares e solubilidade.	1 período
	Continuação da discussão sobre solubilidade de vitaminas e IDRs, somente a solubilidade define o IDR de uma vitamina?	1 período	Atividades Experimentais sobre solubilidade: Investigando as interações intermoleculares. Comparação da solubilidade de diferentes solventes. Polaridade e cromatografia em papel.	2 períodos
	Retomada da discussão sobre funções biológicas dos nutrientes, com ênfase nas vitaminas. Como diagnosticar quadros de hipovitaminose e hipervitaminose?	1 período	Relação interações intermoleculares com temperatura de fusão e ebulição	1 período
5. Avaliação somativa individual	Realização de trabalhos com exames de sangue de dosagem de vitaminas. Comparação de resultados. O que pode ser feito?	1 período	Resolução de Atividades de Sistematização.	1 período
6. Aula expositiva final	Discussão sobre o trabalho realizado pelos estudantes sobre indivíduos com hipervitaminose ou hipovitaminose, o que pode ser feito? Ênfase na mudança da dieta alimentar.	1 período	Correção das atividades de Sistematização e retomada pelo professor dos conceitos abordados. Sistematização dos conceitos abordados.	1 período
7. Avaliação da aprendizagem	Preparação do Trabalho em Grupo. Alunos também deveriam construir um cardápio semanal em que fossem contemplados	1 período	Preparação do Trabalho em Grupo	1 período

Sequência	Biologia		Química	
	Detalhamento	Tempo*	Detalhamento	Tempo*
	alimentos que contenham vitaminas.			
	Apresentação do Trabalho em Grupos	2 períodos	Apresentação do Trabalho em Grupos	2 períodos
8. Avaliação da UEPS	A avaliação da UEPS se baseará na busca por evidências da aprendizagem manifestadas pelos estudantes, tanto nas atividades individuais quanto nas colaborativas.		A avaliação da UEPS se baseará na busca por evidências da aprendizagem manifestadas pelos estudantes, tanto nas atividades individuais quanto nas colaborativas.	-

*Cada período corresponde a 50 minutos.

A seguir, descreve-se detalhadamente os passos da UEPS, organizados conforme sugerido por Moreira (2011), bem como, os conceitos a serem abordados nas aulas.

Passo 1 - Situação inicial

Aula 1

- **Detalhamento:** retomada da ideia do conceito de nutriente, nutriente enquanto substância química. Quais vitaminas os estudantes conhecem? Apresentação da estrutura de algumas vitaminas. Retomada da ideia de substâncias orgânica. Atividade 1: quais vitaminas os estudantes (eles) conhecem?

Nesta atividade é importante que o professor estimule os estudantes a expor o nome das vitaminas que conhecem e, ainda, as funções das mesmas no organismo. Registrar os relatos dos estudantes no quadro para posterior sistematização. Aqui, surgirá a situação inicial (quadro 4) que será o ponto de partida para a situação-problema que será proposta posteriormente. Sugere-se que o estudante seja estimulado pelo professor a externar seus conhecimentos prévios, ainda que em desacordo com o conceito científico.

Após, convidar os estudantes a revisitar os registros da atividade de identificação dos nutrientes nos rótulos de produtos derivados do leite (realizada ainda na Pré-UEPS), de modo que observem se estão presentes nestes rótulos as vitaminas. Em estando, listar o nome de cada uma. Essa etapa é de extrema importância, tendo em vista que, segundo Gowin (apud MOREIRA 2011), é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conteúdo e, nesse sentido, a composição nutricional de produtos nutricionais é algo potencialmente significativo para os estudantes.

O professor pode retomar, então, o conceito de substâncias orgânicas e apresentar a estrutura das vitaminas listadas pelos estudantes, revendo ainda as formas de representação

utilizadas pela Química (fórmulas molecular e estrutural) e o conceito de nutriente enquanto substância química introduzido na etapa anterior, na Pré-UEPS.

Passo 2 - Situação problema

Aula 2

- Detalhamento: leitura e discussão de reportagem sobre a vitamina D. Análise da estrutura de algumas vitaminas e dos átomos que a compõem. Discussão da relação entre estrutura química e propriedades nutricionais/bioquímicas.

Nesta etapa é proposta a situação-problema, em nível introdutório, utilizando os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes na situação inicial, para o início da abordagem dos conceitos. Esta deve funcionar como organizador prévio, sendo, então, a ponte entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os conhecimentos que se pretende que eles se apropriem para que ocorra a aprendizagem.

Nesse sentido, a proposta é a leitura e discussão de uma reportagem sobre a importância da vitamina D e, por consequência, da importância das vitaminas para o funcionamento do organismo humano. Na sequência faz-se a análise da estrutura de algumas vitaminas, representadas no material de apoio, o qual detalhará, além disso, valores diários de referência, bem como doenças causadas pela sua carência. Os alunos serão estimulados a analisar as estruturas com relação: a) à saturação e insaturação: ocorrência de ligações simples, duplas ou triplas; b) aos átomos presentes na estrutura.

Passo 3 - Exposição dialogada aprofundamento

Aula 3

- Detalhamento: apresentação das funções orgânicas: 1. Amina e Ácido carboxílico (Vitamina B3). 2. Álcool (Vitamina A) – Discussão sobre a Adição de Álcool etílico em leite.

Iniciar a apresentação dos conceitos a serem aprendidos. Levar em consideração o processo de diferenciação progressiva, iniciando-se, então, com aspectos mais gerais (conceito de função orgânica e grupo funcional), buscando, assim, uma visão do todo.

Assim, o professor introduzirá o conceito de função orgânica e de grupo funcional mediante a análise dos átomos presentes nas estruturas. Aqui se ressalta com os estudantes que as diferentes estruturas das vitaminas, e das substâncias orgânicas como um todo, conferem às mesmas diferentes propriedades e funções. A discussão entre estrutura química e propriedades nutricionais/funcionais deve ser estimulada.

Apresentar as funções orgânicas Amina e Ácido Carboxílico, mediante a análise da estrutura da vitamina B3. Paralelamente, discutir ainda as quantidades de referência para ingestão da vitamina B3.

Realizar a discussão da reportagem sobre a adição de álcool etílico no leite, motivações, efeitos e riscos no organismo.

Aula 4

- Detalhamento: Éter (Vitamina E). Responsabilidade da indústria sobre a Adulteração no Leite (Texto de Apoio MAPA). Aldeído (Formaldeído). Cetonas (Vitamina K).

Segue-se o processo de diferenciação progressiva por meio da apresentação de cada função orgânica da unidade de ensino; a partir da estrutura da Vitamina E, fazer o reconhecimento da função éter, promover a discussão dos valores diários de ingestão.

Discutir com os estudantes, na forma de pequenos tópicos, o texto divulgado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária sobre a Responsabilidade da indústria sobre a Fraude no Leite estimulando a discussão que o texto traz sobre a presença de formol no leite: razões, causas e efeitos da presença de formaldeído no leite. Apresentar, então, a função orgânica aldeído.

Usando a estrutura da vitamina K, fazer o reconhecimento da função orgânica cetona, indicando também os valores diários de ingestão.

Aula 5

- Detalhamento: Éster (vitamina C). Discussão sobre o Escorbuto. Atividade Experimental: investigando o teor de vitamina C presente em alguns alimentos.

Apresentar aos alunos o vídeo *I Feel Orange*¹² e discutir com eles a importância da vitamina C, a partir do resgate do ponto de vista histórico, do enfoque nas grandes navegações e no combate ao Escorbuto. Construir a estrutura da vitamina C, abordando o grupo funcional éster. Ésteres cíclicos são denominados, de forma mais específica, lactonas, mas o professor não precisa entrar neste grau de especificidade.

Realizar a atividade experimental sobre o teor de vitamina C nos alimentos analisados, procurando questionar os estudantes sobre suas hipóteses com relação a qual ou quais dos

¹² CITRUS BR. *I Feel Orange*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qw3-HjCYJQM>>. Acesso em: 06/02/2015

alimentos analisados deve conter maior concentração de vitamina C. Discutir os resultados do experimento com os estudantes, contrapondo as hipóteses levantadas com os resultados obtidos.

Aula 6

- Detalhamento: precursores de vitaminas: hidrocarbonetos. Regras básicas de nomenclatura para funções orgânicas. Atividades de sistematização.

Retomar com os estudantes o significado do conceito de vitamina, resgatando a ideia de que são substâncias químicas essenciais ao organismo e que não são sintetizadas por ele. Nesse contexto, introduzir a ideia dos precursores vitamínicos, como o betacaroteno, apresentando sua estrutura e abordando, então, a função hidrocarboneto.

Construir com os estudantes, mediante a discussão e a retomada das diversas estruturas abordadas, a necessidade de se realizar a nomenclatura das substâncias químicas, apresentando, então, as regras básicas de nomenclatura para as funções orgânicas vistas até então. Porém, deve-se considerar que a nomenclatura não seja o centro das discussões, mas uma ferramenta e uma linguagem da Química.

Nesta aula serão realizadas atividades de sistematização sobre a nomenclatura e o reconhecimento de funções, a qual foi denominada como Atividade 1, mediante a apresentação da estrutura de outras substâncias orgânicas, além das vitaminas. A realização das atividades de sistematização carece de atenção do professor, pois a avaliação da UEPS é contínua e progressiva. Assim, o docente deve estar atento às evidências da aprendizagem significativa, bem como, caso ocorram dificuldades para realizar as atividades ou a demonstração de conceitos errôneos pelos estudantes, necessita interferir e auxiliar os estudantes em eventuais dificuldades.

Passo 4 - Nova situação problema

Aula 7

- Detalhamento: vitaminas lipossolúveis e vitaminas hidrossolúveis: agrupar vitaminas trabalhadas durante a abordagem das funções orgânicas segundo sua quantidade diária recomendada de ingestão. Retomada de conceitos de Ligação Covalente Polar e Apolar.

Aqui se inicia uma nova situação-problema com conceitos a serem aprendidos em um nível maior de complexidade. Utiliza-se conceitos abordados na situação-problema inicial de forma que se chegue à reconciliação integrativa entre os conceitos iniciais e os conceitos a serem aprendidos. Começa-se a verificar a diferença de propriedades e o que a presença do grupo funcional na estrutura influência nas propriedades.

Retomar com os estudantes a discussão realizada ao abordar as vitaminas, sobre as necessidades diárias de ingestão de cada vitamina. Construir com os estudantes um quadro em que estejam disponíveis as informações: Nomenclatura usual; Nomenclatura IUPAC; Fórmula molecular; Fórmula estrutural e Valores diários de ingestão recomendados, com auxílio da internet.

Após a construção do quadro, o professor discutirá com os estudantes a análise dos dados e buscará associar ou verificar o que há em comum entre as estruturas das vitaminas que necessitam maiores valores de ingestão e menores. Introduzir o conceito de vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis.

Aula 8

- Detalhamento: retomada de conceitos de polaridade das moléculas. Utilização de Simuladores: polaridade da molécula. Interações intermoleculares (esta etapa constitui a unidade das propriedades físicas de compostos orgânicos - polaridade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição).

Nesta etapa é conveniente retomar o conceito de ligação covalente polar e apolar e polaridade das moléculas. Moreira (2011) sugere que, no trabalho com os conceitos complexos, sejam utilizadas ferramentas diferentes das utilizadas inicialmente. Sugere-se, assim, a utilização de um simulador. Esses conceitos são necessários para se trabalhar com as propriedades físicas de compostos orgânicos, a qual será objeto das próximas atividades. Retomar a ideia das interações intermoleculares com foco nas substâncias orgânicas, utilizar simulador¹³ para buscar construir com os estudantes o conceito de solubilidade.

Realizar atividades de sistematização sobre solubilidade de algumas substâncias orgânicas (que não as vitaminas), comparando a solubilidade delas em água e em solventes apolares, de modo que os estudantes sugiram o melhor solvente para as mesmas, buscando sempre as evidências da aprendizagem significativa ou a necessidade de interferência do professor no processo. Nesta etapa se conclui o processo de diferenciação progressiva e, nas etapas subsequentes, será realizada a reconciliação integrativa.

¹³ Acerca dos simuladores, cf. UNIVERSITY OF COLORADO. PHET - Interactive Simulations. *Polaridade da Molécula*. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-polarity>. Acesso em: 06/02/2015; e THE CONCORD CONSORTIUM. *Intermolecular attractions: Index – Molecular Workbench V 3.0*. Disponível em: <<http://mw2.concord.org/public/part2/vdw/index.cmL>>. Acesso em: 06/02/2015.

Aula 9

- Detalhamento: solubilidade em água, fatores que influenciam a solubilidade: foco nas vitaminas. Utilização de simuladores: interações intermoleculares e solubilidade.

Retomar o quadro construído pelos estudantes e analisar as estruturas das vitaminas, procurando, em conjunto, construir relações com o que foi observado em termos de solubilidade de outros compostos orgânicos, possibilitando estabelecer análise/previsão da solubilidade de vitaminas e os valores diários recomendados de ingestão. As relações construídas, serão utilizadas como evidências de aprendizagem sobre as propriedades físicas, sendo que, essa atividade corresponde a Atividade 2.

Usar os simuladores como meio de sistematização de conceitos e solicitar que os estudantes representem em seus cadernos as interações entre:

- Moléculas apolares com moléculas apolares;
- Moléculas apolares com moléculas que fazem ligação de hidrogênio;
- Moléculas que fazem ligação de hidrogênio com moléculas que fazem ligação de hidrogênio.

Ao representar as interações solicitadas, os estudantes externam os conceitos construídos e o professor deve buscar evidências da aprendizagem e fazer interferências, quando e se necessário. Nesta etapa, inicia-se o processo de reconciliação integrativa entre os conceitos, de modo que os estudantes consigam associar a solubilidade das substâncias orgânicas com suas estruturas e respectivas interações intermoleculares que realizam ou podem vir a realizar.

Aula 10

- Detalhamento: atividades experimentais sobre solubilidade: investigando as interações intermoleculares. Comparação da solubilidade entre diferentes solventes. Polaridade e cromatografia em papel.

Seguir o processo de reconciliação integrativa. Para tal deve-se realizar atividades experimentais com o enfoque na solubilidade e interações intermoleculares, comparando a solubilidade de diferentes solutos. Os estudantes serão divididos em grupos para a realização das atividades. Buscar, inicialmente, que os grupos formados registrem suas hipóteses com relação aos experimentos que serão realizados para posterior discussão.

Ao término dos experimentos os grupos terão de sistematizar para os colegas as atividades realizadas, buscando explicitar os conceitos envolvidos de modo que consigam

explicar as observações feitas. Os registros referentes a essa atividade, fazem parte da avaliação da aprendizagem, e estão incluídos na Atividade 3.

Aula 11

- Detalhamento: relação interações intermoleculares com temperatura de fusão e ebulição.

Discutir o conceito de estado de agregação e de mudança de estado. Construir com os estudantes as relações entre as interações intermoleculares e as energias envolvidas para romper as interações e conseqüente mudança de estado. Apresentar algumas estruturas e pedir que eles estabeleçam ordem de temperatura de fusão e ebulição. O professor deve buscar efetuar o fechamento dos conceitos abordados mediante a finalização do processo de reconciliação integrativa.

Passo 5 - Avaliação somativa individual

Aula 12

- Detalhamento: resolução de atividades de sistematização.

Em grupos os estudantes, irão atividades de sistematização, as quais correspondem a Atividade 4, sobre o reconhecimento de funções orgânicas e propriedades físicas (solubilidade, temperatura de fusão e temperatura de ebulição). Essa atividade será somativa, bem como, abordará todos os conceitos envolvidos e terá caráter avaliativo perante a disciplina.

Passo 6 - Aula expositiva final

Aula 13

- Detalhamento: correção das atividades de sistematização e retomada, pelo professor, dos conceitos abordados.

As atividades de sistematização realizadas na aula anterior, devem ser corrigidas pelo professor, de modo que o mesmo possa perceber as dificuldades conceituais nos estudantes, e ajudá-los a transpô-las. Nesta etapa o professor pode, caso necessário, retomar o processo de diferenciação entre os conceitos, abordando as características mais importantes destes. Porém, sugere-se fazê-lo mediante uma postura integradora, realizando, também, a reconciliação integrativa.

Passo 7 - Avaliação da Aprendizagem e Atividade de Fechamento

Aula 14

- Detalhamento: preparação do Trabalho em Grupo

Os estudantes serão divididos em grupos para realizar o trabalho. Espera-se, assim, que eles consigam externar melhor os conceitos apreendidos. O professor sorteará entre os grupos determinadas substâncias orgânicas e, posteriormente, os estudantes deverão apresentar aos seus colegas a sua substância, estrutura, nomenclatura usual, nomenclatura IUPAC, solubilidade, temperatura de fusão e de ebulição e para que ela é usada.

Aula 15

- Detalhamento: apresentação do Trabalho em Grupos

A apresentação poderá ser realizada utilizando *slides* ou cartazes elaborados pelos estudantes. O principal item de avaliação do trabalho será a oralidade dos estudantes (momento da apresentação). Torna-se relevante que os professores de Química e Biologia acompanhem a apresentação, possibilitando, assim, maior debate e questionamento.

Passo 8 - Avaliação da UEPS

A UEPS será considerada satisfatória se o professor conseguir levantar evidências da ocorrência de aprendizagem significativa que, segundo Moreira (2011), são: captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema. Segundo Moreira (2011), a busca deve ser sempre por evidências, tendo em vista que a aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo e, por isso, a ênfase não pode ser em comportamentos finais.

A avaliação da aprendizagem deve ser realizada ao longo do processo, de modo que o professor busque evidências da ocorrência da aprendizagem. Sugere-se o registro de memórias das aulas, para facilitar essa etapa. A avaliação de desempenho do aluno com relação à unidade pode ficar dividida entre os registros de observação do professor, as atividades realizadas colaborativamente entre os estudantes e as atividades realizadas individualmente. Salienta-se que, na realização da avaliação somativa individual, devem ser utilizadas questões ou abordagens que fujam dos temas e exemplos abordados na UEPS, de modo que se possa avaliar se os estudantes conseguem transpor os conceitos abordados para uma nova situação problema.

Referências

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acessado em: 02 de maio de 2015.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo-SP: Editora Gen, 2011.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, Aprendizagem Significativa em Revista, v 1, n. 2, 2011.

Apêndice D – Material de apoio Pré-UEPS

O leite nosso de cada dia

O leite é um alimento presente em nosso dia-a-dia, seja no café da manhã ou em um lanche durante o dia, não é difícil percebermos a presença deste alimento na nossa vida.

- Quem iniciou a vida sem tomar leite?
- Historicamente, quando o ser humano iniciou a ingerir leite?

Proposta de discussão:



Divididos em grupos, vocês irão receber reportagens, o grupo deverá fazer a leitura da reportagem, para um debate que será organizado pelo professor.

Em uma ida ao mercado, é fácil percebermos diferentes formas de apresentação do leite, por exemplo, o leite de saquinho, o leite de caixinha e o leite em pó. Na verdade, esses são os nomes que utilizamos na rotina, contudo existem regulamentos que estabelecem e regulamentam a produção de leite no Brasil. O órgão brasileiro responsável pela regulamentação à produção de leite no país é o Ministério da Agricultura.

O leite que chega às nossas mesas e a sua forma de apresentação, tem relação direta com seu processo de produção, para discutirmos melhor essa ideia vamos assistir ao vídeo abaixo.

Vídeos:



Vídeo 1: Fazenda Figueiredo: Você já imaginou uma fazenda onde quase tudo é automatizado?

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=1uOpkNeZrz0>

Vamos conhecer algumas formas de apresentação do leite? Para isso vamos realizar a Atividade proposta.

Atividade em Grupo:



Em grupos, vocês irão receber embalagens de diferentes formas de apresentação do leite. O grupo deverá fazer a análise dos rótulos mediante orientação do professor. Cada grupo ficará responsável por indicar o teor de um dos itens apresentados na tabela nutricional, informando aos colegas o qual rótulo está analisando. Finalizando, buscar verificar se a embalagem descreve a presença de vitaminas no produto.

Como podemos observar é grande a variedade de nutrientes presentes no leite, sendo que as concentrações de cada um variam de acordo com o tipo e a forma de apresentação do leite. É importante sabermos que nem todos os componentes dos alimentos são nutrientes. Alguns componentes utilizados na sua fabricação são utilizados no seu processo com objetivo de proporcionarem condições como sabor, cor ou aroma.

Os nutrientes são classificados em: Vitaminas, Lipídeos, Carboidratos, Proteínas e Minerais



Atividade de Sistematização

1. No rótulo que você analisou há algum componente que não seja classificado como nutriente?
2. Quais os componentes que aparecem em todos os tipos de leite?

Os avanços tecnológicos relacionados à produção, processamento e distribuição de leite vêm favorecendo o seu consumo humano e aumento crescente de sua qualidade.

Observe as estruturas de substâncias químicas abaixo:

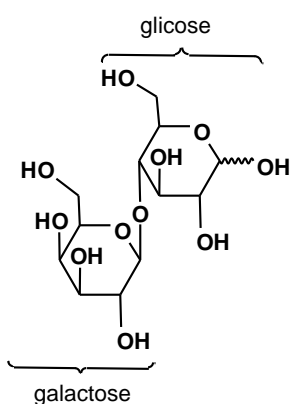


Figura 1- Estrutura da Lactose

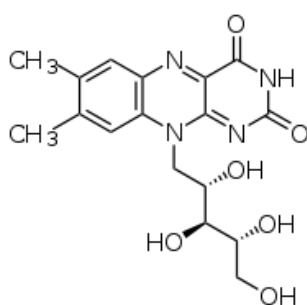


Figura 2 – Estrutura da Vitamina B2 ou Riboflavina

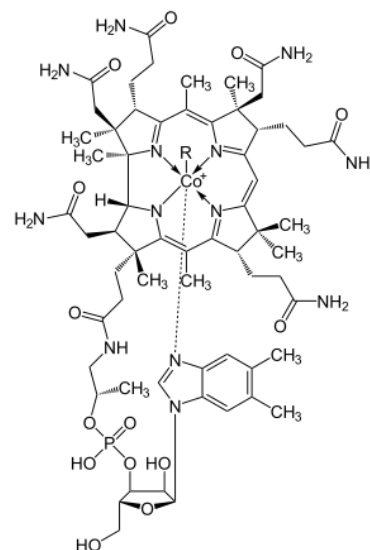
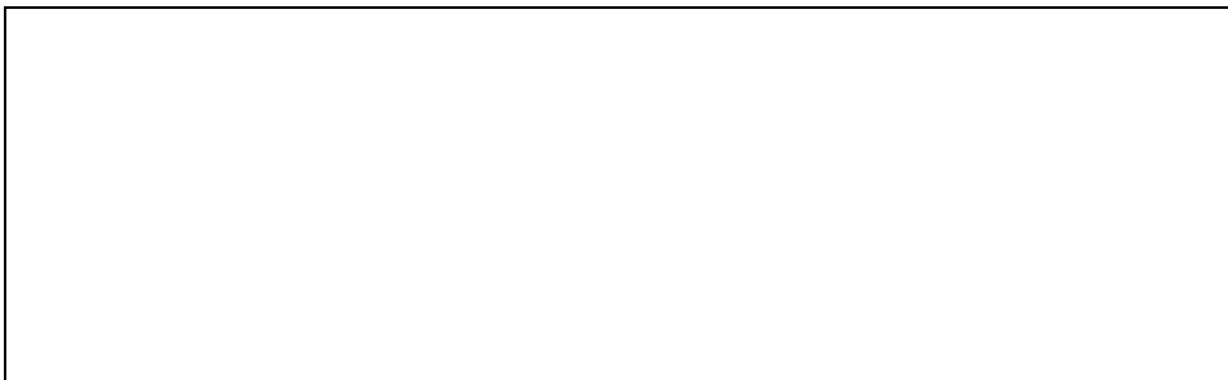


Figura 3 – Estrutura da Vitamina 12 ou Cobalamina

A forma das estruturas acima é conhecida como representação pelo esqueleto carbônico. Vamos discutir um pouco acerca das formas de representação de estruturas utilizada na Química Orgânica, pois essa é uma linguagem universal utilizada pela Química e independe do idioma utilizado.

Antes vamos recordar: Fórmula molecular e Fórmula estrutural

Cada composto possui uma fórmula molecular que o representa, mas, pode ser representado por várias fórmulas estruturais dependendo da forma com que os átomos estão ligados na molécula.



Quadro 1 – Exemplos de representações utilizadas na Química Orgânica				
Nome	Fórmula molecular	Fórmula expandida	Fórmula condensada	Fórmula de esqueleto carbônico
Metano	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄	
Etano	C ₂ H ₆	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₃	
Propano	C ₃ H ₈	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₃	
Butano	C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	
Isobutano	C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	(CH ₃) ₃ CH	

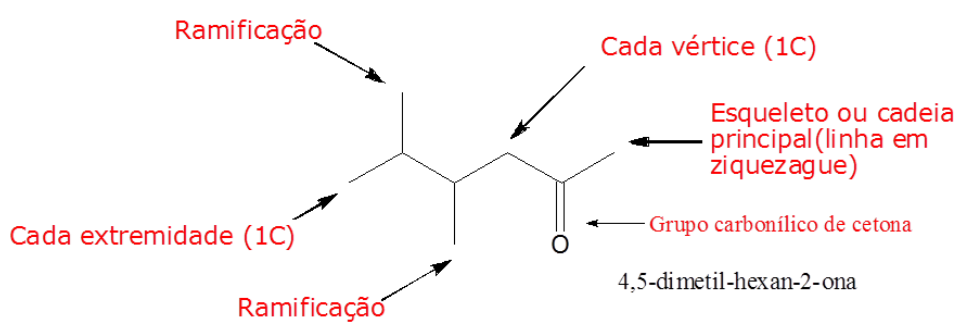
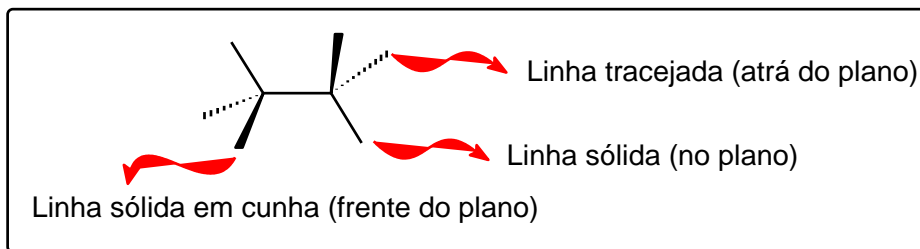


Figura 4 – Forma de representação pelo esqueleto carbônico.

Outra forma de representação utilizada é a tridimensional, que nos permite chegar mais próximos a real representação da estrutura da molécula orgânica, ela é conhecida como representação tridimensional ou fórmulas em perspectiva.



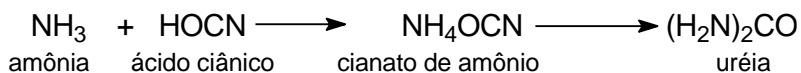
Curiosidade



A Química Orgânica é o estudo dos compostos que contém carbono, cuja principal propriedade é a formação de cadeias. Essa denominação é baseada nas conclusões de Lavoisier, que em 1784, demonstrou que os compostos obtidos de seres vivos ou fósseis continham carbono. A divisão em compostos orgânicos e inorgânicos antigamente era feita da seguinte forma:

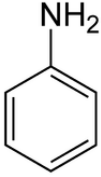
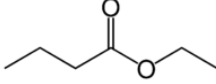

- Compostos orgânicos: obtidos a partir de organismos vivos
- Compostos inorgânicos: obtidos a partir de materiais do reino mineral

Porém em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler mudou todo o curso da história da química. Ele sintetizou a ureia, demonstrando que substâncias orgânicas poderiam ser obtidas a partir de materiais e substâncias do reino mineral.



A química orgânica trabalha com uma variedade de substâncias que fazem parte do nosso dia-a-dia. Outros exemplos de substâncias orgânicas são listados na tabela abaixo:

Octano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$		Principal componente da gasolina
Paracetamol®	$\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$		Analgésico e Antitérmico
Etanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$		Largamente utilizado em bebidas alcoólicas e em processos na indústria.

Anilina	$C_6H_5NH_2$		Matéria prima utilizada na fabricação de corantes sintéticos
Butanoato de etila	$C_6H_{12}O_2$		Componente principal do aroma de abacaxi
Teflon / Politetrafluoretileno	C_nF_{2n+2}		Material inerte utilizado como revestimento em painéis e em insumo para a indústria.

O atual desenvolvimento industrial e tecnológico permite à indústria a fabricação de produtos diferenciados e com características nutricionais diferentes das comuns, um bom exemplo são os leites fortificados. Vamos conhecer um pouco mais sobre modificação das características nutricionais dos alimentos lendo o texto de apoio que fala sobre a utilização de leites fortificados.

A síntese consiste na construção de moléculas através de processos químicos.



Texto de apoio

Efeitos do uso de leite fortificado:

Foi avaliado o impacto do uso do leite em pó integral fortificado com 9 mg de ferro e 65 mg de vitamina C para cada 100 g de pó, sobre os níveis de hemoglobina de crianças menores de 2 anos, em 107 crianças de creches municipais e 228 de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), por um período de 6 meses. Antes de se iniciar a intervenção, 66,4% das crianças das creches e 72,8% da UBS apresentavam níveis de hemoglobina inferiores a 11,0 g/dL. Ao final dos 6 meses de uso do leite fortificado, esses percentuais reduziram-se para 20,6% nas creches e 18,0% na UBS. A média da hemoglobina, antes de se iniciar o experimento, foi de 10,3 g/dl nas creches e 10,5 g/dL na UBS. Decorridos 6 meses esses valores subiram para 11,6 g/dL nas duas populações estudadas. Em relação à condição nutricional, avaliada pelo critério de Gomez, verificou-se que, nas creches, 57% das crianças acompanhadas apresentaram melhoria na sua condição nutricional, 41,1% ficaram inalteradas e apenas 1,9% pioraram. Na UBS, 11,4% apresentaram melhora, 70,6% ficaram inalteradas e 18% pioraram, o que mostrou uma diferença de resposta quanto à recuperação da condição nutricional, quando o leite enriquecido foi utilizado em ambiente aberto e fechado. Concluiu-se que a utilização de alimentos fortificados apresenta-se como excelente alternativa para o controle da carência de ferro em populações de crianças menores de 2 anos.

Extraído de: Efeito do uso de leite fortificado com ferro e vitamina c sobre os níveis de hemoglobina e condição nutricional de crianças menores de 2 anos. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/24128>. Acessado em 15/02/2015.

A utilização de alimentos que tenham sua composição nutricional modificada requer orientação nutricional, tendo em vista as necessidades básicas de ingestão de cada nutriente, o que discutiremos posteriormente.



Atividade de Sistematização

1. A que poderíamos atribuir à diversidade de alimentos que existe hoje?
2. Existem formas de modificar a composição nutricional dos alimentos?
3. Quais os principais motivos de ingerimos alimentos que contenham valor nutricional?
4. Classifique as substâncias abaixo listadas como orgânicas ou inorgânicas:
 - a) C_2H_5OH
 - b) NH_3
 - c) CH_2Cl_2
 - d) $C_{12}H_{22}O_{11}$
 - d) $NaCl$
 - e) $C_{25}H_{52}$
5. Represente as estruturas das substâncias abaixo utilizando a representação pelo esqueleto carbônico e de traços:
 - a) C_3H_8
 - b) C_4H_{10}

Construção do mapa conceitual



Refletindo conceitos

1. Utilizando uma folha de papel, elaborar um painel que contenha uma substância orgânica. Forneça sua estrutura química, seu nome, sua aplicação e avançando um pouco mais sua nomenclatura segundo a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada).

Apêndice E – Material de Apoio UEPS

VITAMINAS: FUNÇÕES, ESTRUTURA E DISPONIBILIDADE

Como discutimos anteriormente uma alimentação deve incluir leite, tendo em vista a grande quantidade de nutrientes que este possui.

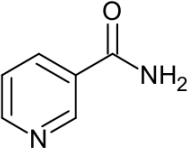
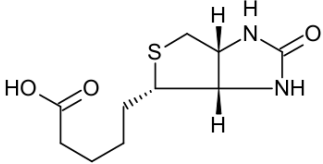
Proposta de discussão



1. Você ingere vitaminas, de que fonte?
2. Quais vitaminas você conhece?
3. No trabalho com a análise dos rótulos de produtos derivados do leite, havia alguma vitamina? Se sim, qual?
4. Divididos em grupos, vocês irão efetuar a leitura de uma reportagem sobre a vitamina D, para realizar a discussão posteriormente.

O quadro abaixo apresenta algumas vitaminas, sua estrutura e as doenças associadas à sua deficiência.

Vitamina	Estrutura molecular	Doença associada à carência	Alimentos que contém
Vitamina B ₁ – Tiamina		Beribéri	
Vitamina B ₂ - Riboflavina		Atraso no crescimento	

Vitamina B ₃ – Ácido Nicotínico		Pelagra	
Vitamina B ₇ – Biotina		Dermatite	

As vitaminas são consideradas substâncias orgânicas por possuírem essencialmente átomos de carbono em suas estruturas moleculares, porém não somente.

Agora, vamos analisar estruturas de algumas substâncias orgânicas. Percebemos que quando átomos de carbono se ligam eles formam cadeias carbônicas, as quais podem ser de diferentes maneiras.

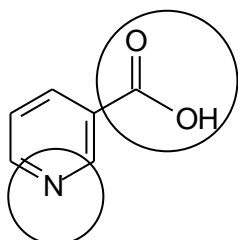
Classificação de cadeias carbônicas:



Curiosidade – Qual a origem do nome “vitamina”?

A palavra vitamina foi criada por Casimir Funk em 1912 para descrever a “amina vital” do arroz integral que curava beribéri, uma doença causada pela carência nutricional que resulta em degeneração no sistema nervoso, particularmente nos neurônios. A ausência ou uma ingestão em quantidades insuficientes pode desencadear o desenvolvimento de doenças nos organismos. Como o nome associa, inicialmente pensava-se que todas as vitaminas possuíssem em sua estrutura molecular o grupo funcional amina.

Vejamos a estrutura da Vitamina B3 – Ácido Nicotínico:



Aminas

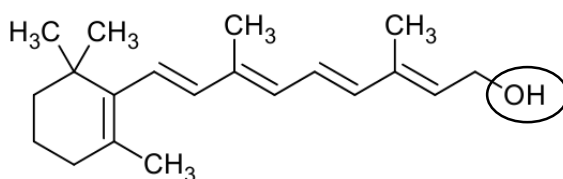
Analisando a estrutura da Vitamina B3, podemos reconhecer o grupo funcional **amina**. Além do grupo funcional amina, identificamos na estrutura desta vitamina o grupo funcional **ácido carboxílico**.

Ácido Carboxílico

Exigências diárias da Vitamina B3:

Adultos e crianças: 15 a 20 mg.

Vamos analisar a estrutura da Vitamina A:

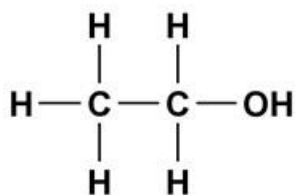


Analisando a estrutura da vitamina A, percebemos que além de átomos de carbono e hidrogênio, temos ainda um grupo – OH ligado à cadeia principal, caracterizando então um **álcool**.

Um álcool comum em nosso dia-a-dia é o etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), o qual pode ser representado pela estrutura abaixo:

Álcool

Um álcool caracteriza-se pela presença de um grupo – OH ligado a um carbono, representando-se genericamente como:
 $\text{R} - \text{OH}$.

Exigências diárias da Vitamina**A:***Adultos – 1000 µg**Mulher adulta: 800 µg**Gravidez: 1000 µg**Lactação: 1200 µg**Crianças: 400 µg.*

A vitamina A, também é conhecida como retinol e tem como principais funções no organismo:

- Visão: atua no processo de adaptação da visão no escuro;
- Pele: é importante no processo de regeneração da pele e mucosas;
- Sistema imunológico: aumenta a resistência a infecções.

A sua carência pode causar doenças como a cegueira noturna, também conhecida como xerofthalmia, causar lesões na cornea, abaixamento da imunidade (ocasionando uma maior incidência de infecções), alopecia (queda de cabelos) e pele seca. Ela pode ser encontrada em alimentos como manga, pitanga, cenoura crua, fígado de boi, no leite e em derivados lácteos.



Texto de apoio: “Álcool etílico é encontrado em leite de mais uma cooperativa”¹⁴

Inspeção que verificou a presença da substância em lotes da Piá também apontou alteração em produto da Santa Clara

Álcool etílico foi encontrado no leite de mais uma cooperativa gaúcha: a Santa Clara. Inspeção da Superintendência do Ministério da Agricultura no Estado no dia 24 de junho deste ano apontou a presença da substância em amostra de leite cru refrigerado da empresa de Carlos Barbosa. Ontem, o ministério determinou o recolhimento de dois lotes de leite UHT e um de requeijão da Cooperativa Agropecuária Petrópolis (Piá) devido à mesma irregularidade.

Após o resultado dos testes e a comprovação do problema, o posto de refrigeração da Santa Clara, em Veranópolis, foi fechado. Ainda não foram confirmados os lotes do produto alterado e nem a quantidade, mas informações preliminares apontam que o leite não se encontra mais no mercado.

Informado sobre as adulterações nos produtos da Piá e da Santa Clara na sexta-feira da semana passada, o Ministério Público do Estado chamará as duas cooperativas para prestarem esclarecimentos. As reuniões estão marcadas para esta sexta-feira à tarde.

¹⁴ ELY, Débora. **Álcool etílico é encontrado em leite de mais uma cooperativa**. Reportagem do jornal Zero Hora. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/noticia/2014/08/alcool-etilico-e-encontrado-em-leite-de-mais-uma-cooperativa-4568113.html>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

— A diferença da Santa Clara é que o lote já expirou, então, não tem o que ser retirado do mercado. Foi detectado no leite pasteurizado (*conhecido popularmente por leite de saquinho*), cuja validade é de poucos dias. Pelo jeito, o produto foi ao mercado e, possivelmente, já foi consumido — explicou o promotor de Defesa do Consumidor, Alcindo Bastos.

O leite pasteurizado dura, em média, de três a cinco dias. A Santa Clara confirmou que o posto de refrigeração ficou fechado por um dia, mas, segundo a assessoria de imprensa, “para serem feitas adequações”. A cooperativa afirmou ter sido notificada da localização do álcool etílico no produto nesta terça-feira. Em nota, a empresa afirmou que só recebe leite em condições de consumo e processamento adequado, e que toda a matéria-prima é analisada antes de entrar na indústria e nos postos de captação.

“No posto de resfriamento de leite de Veranópolis, onde foi recebido o leite em questão, foram realizados todos os testes, inclusive o teste para presença de álcool etílico, e nada se constatou de irregular. Ao entrar na indústria, os mesmos testes foram novamente realizados, atestando que o leite estava dentro dos padrões legais”, acrescenta a nota.

Especialista garante: substância não faz mal à saúde

— Não há perigo à saúde.

A garantia é do professor de Microbiologia de Alimentos da UFRGS Eduardo Cesar Tondo. Especialista no controle de qualidade de alimentos, ele explica que o álcool etílico costuma ser acrescentado ao leite para mascarar a adição de água no produto.

— Geralmente, há a adição de água para ganhar volume. Para passar no teste da empresa, chamado de crioscopia, é colocado o álcool etílico. A crioscopia serve para detectar a adição de água ao leite, mas não o álcool. Por isso, tudo leva a crer que seja um problema no transportador — acredita o professor.

Conforme Tondo, a substância, apesar de irregular no leite, não é nociva à saúde como a ureia, encontrada no leite durante a primeira fase da Operação Leite Compen\$ado, que desde o ano passado investiga fraudes no setor. O professor explica que se trata do mesmo álcool presente na fórmula da cerveja e do vinho, por exemplo.

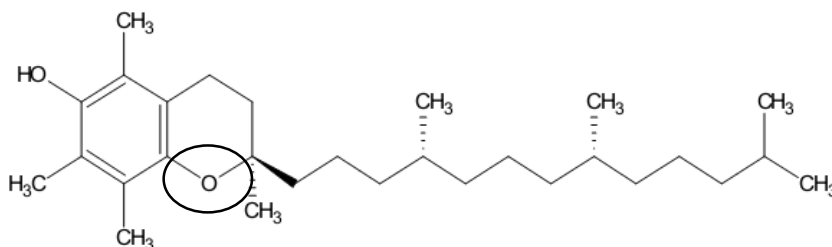
— Mas não há a possibilidade de deixar alguém bêbado, porque a quantidade é muito baixa — avisa.

A médica veterinária e também professora da UFRGS Andrea Troller Pinto explica que o álcool mantém a temperatura de congelamento do leite estável, fazendo com que não se constate a adição de água quando o produto chega à indústria. Apesar de não ser nocivo à saúde, o efeito da diluição pode se refletir na perda de nutrientes do leite.

— Quem toma um copo de leite de 200 mL todos os dias, na verdade, não está tomando 200 mL de leite porque há outros componentes diluídos (*nos produtos*

adulterados). Isso também não chega a ser um problema grave já que a concentração é baixa — diz Andrea.

Vejamos a estrutura da Vitamina E:



Éter

A vitamina E também é conhecida como α -Tocoferol e possui como funções no organismo:

- Manutenção das membranas celulares: necessária às membranas das células do nosso corpo;
- Coagulação do sangue: atua nos processos de coagulação do sangue, os quais são responsáveis pelo controle de hemorragias;
- Sistema imunológico: aumenta a resistência às infecções;
- Retarda os efeitos do envelhecimento.

A sua carência pode causar fraqueza muscular, cabelos sem brilho. Ela pode ser encontrada no óleo de soja, margarina, gema do ovo, brócolis, germe de trigo e abacate.

Exigências diárias da Vitamina E:

Adultos – 8 a 10 mg

Gravidez e lactação: 10 -11 mg

Crianças – 3 – 10 mg



Texto de apoio: Sobre a Fraude no Leite no RS /Maio 2013¹⁵

Qual é a responsabilidade da indústria para evitar esse tipo de fraude?

A indústria é responsável pela seleção dos seus fornecedores e pelo controle de qualidade da matéria prima recebida, que inclui a realização de análises antes do recebimento do leite. Além disso, a legislação prevê que as empresas que recebem leite diretamente de produtores rurais devem ter um programa de coleta a granel de leite cru que inclui o nome do produtor, volume de produção, capacidade do refrigerador, horário e frequência da coleta, rota da linha granelizada, programa de controle de qualidade da matéria prima e programa de educação continuada dos produtores rurais. Considerando que o transporte do leite cru é parte da cadeia produtiva de leite e tem influência na sua qualidade, a indústria também é responsável pela verificação das condições em que esse transporte ocorre.

¹⁵ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Fraude no Leite no RS**. Maio 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/dipoa/dipoa-geral/avisos>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

As análises e os testes realizados pelas indústrias deveriam detectar essa adulteração? Quais são os testes e análises que a indústria é obrigada a fazer?

As análises realizadas pela indústria servem para verificar se os componentes do leite recebido estão dentro dos padrões considerados normais, como por exemplo, teores de gordura, proteínas e demais componentes sólidos, acidez, crioscopia e densidade; além de aspectos sensoriais como cor, sabor e odor. Também devem ser realizadas pesquisas de neutralizantes de acidez e reconstituintes de densidade uma vez que essas substâncias podem estar envolvidas nas fraudes por adição de água ou soro de leite.

Por que não se realiza análise de uréia quando o leite é recebido pelas indústrias?

A uréia normalmente está presente na composição do leite, podendo variar em quantidade de acordo com a dieta do animal. Portanto, o simples fato de se detectar uréia no leite não é indicativo de fraude. Atualmente a metodologia para análise de uréia não é simples, não estando disponíveis testes rápidos para análise no momento da recepção do leite. As empresas devem suspeitar de adulteração sempre que outros testes realizados rotineiramente indicarem resultados duvidosos. Nesses casos, deve-se proceder a imediata investigação de possíveis fraudes.

Como o consumidor pode ter certeza que daqui para frente o leite que está consumindo não é adulterado? O MAPA vai apertar a fiscalização? Como? Uma das medidas é preparar a rede nacional de laboratórios para detectar uréia?

O MAPA já possui instituído um Programa de Combate a Fraude no Leite que monitora por meio de análises laboratoriais os estabelecimentos que recebem e processam o leite que será oferecido à população. Mediante a detecção de resultados não conformes são aplicadas as sanções administrativas previstas na legislação, incluindo o Regime Especial de Fiscalização (REF). Neste Regime as ações de inspeção são intensificadas e nenhum produto é liberado para comercialização até que resultados de análises oficiais realizadas de cada lote produzido demonstrem o atendimento aos padrões. Só então o produto é liberado ao consumo. Além das ações de fiscalização, uma vez descoberta uma nova fraude as empresas ficam obrigadas a incluir análises específicas dentro do seu programa de controle de qualidade.

O Programa de Combate à Fraude no Leite é constantemente reavaliado de forma a incluir a pesquisa de novas substâncias que possam estar envolvidas com adulteração. Além disso, alguns laboratórios da Rede Brasileira de Qualidade do Leite – RBQL já realizavam a análise de uréia em amostras de leite cru de produtores que realizam controle de rebanhos leiteiros e desde março de 2013, o Ministério da Agricultura determinou que todos os laboratórios da RBQL realizassem análises de uréia em amostras de leite cru refrigerado para fins de auxiliar a fiscalização neste monitoramento.

O que mudou no controle após as últimas fraudes detectadas?

Os resultados da pesquisa das substâncias envolvidas naquelas fraudes foram incorporados ao Programa de Combate à Fraude e se tornou rotina nas análises de recebimento de leite das indústrias.

Como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento fiscaliza as indústrias que recebem e processam leite?

Atualmente o Brasil tem 1.485 estabelecimentos de industrialização de leite e derivados registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF). Desses estabelecimentos, 237 fabricam leite pasteurizado, 94 leite UHT e 68 produzem leite em pó. No entanto, há apenas 190 Fiscais Federais Agropecuários (FFA) e 319 Agentes de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (AIISPOA). Os fiscais trabalham em circuitos de inspeção, ou seja, um FFA é responsável pela inspeção periódica de várias indústrias. Mas também há FFA fixos em estabelecimentos muito grandes ou de produtos com alto risco de contaminação. As empresas devem dispor de Responsável Técnico e funcionários qualificados para realizar o controle de qualidade. Seguindo padrões internacionais, os fiscais auditam os resultados apresentados pela empresa e, quando necessário, coletam amostras para realização de análises laboratoriais e verificação da conformidade dos produtos em relação a legislação vigente.

Como é realizada a fiscalização para combater a fraude no leite?

Além das atividades rotineiras de inspeção, são desenvolvidas atividades específicas relacionadas ao combate à fraude que consistem em coleta de amostras de produtos, em cada empresa com SIF, para realização de análises laboratoriais. Essas ações estão previstas no Programa de Combate à Fraude no Leite, instituído em 2003 e que vem sendo aprimorado constantemente. Nos três últimos anos foram realizadas em média 4.000 análises por ano de leite pronto para consumo (leite pasteurizado, UHT – longa vida, leite em pó), apenas no âmbito do Programa de Combate à Fraude no Leite. Estas análises são complementares às demais análises realizadas rotineiramente pela Inspeção Federal.

Como acontecia a fraude detectada no Rio Grande do Sul?

A fraude ocorrida no Rio Grande do Sul e que desencadeou a Operação Leite Compen\$ado consistia em adicionar água ao leite. Para disfarçar essa mistura e fazer com que o leite passasse nos testes realizados para o seu recebimento na indústria, eram colocadas outras substâncias, como a uréia. O objetivo do fraudador é fazer com que o leite se apresente de forma “normal”, se livrando de ser pego na triagem.

Como o formol apareceu no leite fraudado?

A uréia agrícola é um fertilizante utilizado para fornecer nitrogênio às plantas. No processo de fabricação da uréia, utiliza-se um produto que possui formol em sua composição. Por isso se diz que a presença de formol no leite ocorreu de modo incidental.

Se a fraude foi descoberta há tanto tempo, por que só agora foi divulgada para os consumidores?

A fraude no leite não foi imediatamente divulgada à população porque era necessário investigar e encontrar os responsáveis a fim de apurar a responsabilidade criminal, além das sanções administrativas previstas nas leis brasileiras. Por esse motivo, buscou-se o apoio do Ministério Público do Rio Grande do Sul.

Desde o momento em que a fraude foi identificada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em novembro de 2012, os produtos analisados e que apresentaram

adulteração por uréia foram apreendidos cautelarmente. Os lotes que já haviam sido distribuídos ao comércio foram recolhidos pelos fabricantes. A divulgação dos lotes implicados com a fraude é uma medida cautelar de proteção à saúde do consumidor caso ainda haja algum produto disponível no mercado.

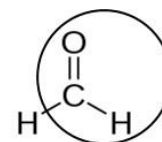
Diante da “Operação Leite Compensado, como saber se o leite que tenho em casa é seguro para o consumo?”

Os produtos implicados com essa fraude são apenas das marcas e lotes que vem sendo divulgados na mídia. O consumidor deve verificar as informações do rótulo para saber se o produto que possui em casa pertence a um dos lotes que estão sendo recolhidos.

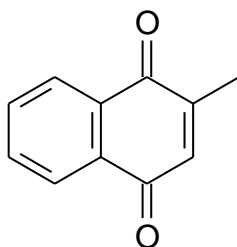
Vejam a estrutura do Formaldeído, substância essa que foi encontrada no leite como foi discutido no texto de apoio. Analisando sua estrutura podemos encontrar o grupo funcional **aldeído**.

Aldeído

O formaldeído é largamente utilizado como desinfetante na indústria de alimentos e em hospitais, também é utilizado na conservação de cadáveres em anatômicos.



Outra vitamina que é pouco conhecida é a menadiona, ou Vitamina K. Analisando a estrutura da vitamina K, encontramos o grupo funcional **cetona**. Na vitamina K, encontramos duas vezes o grupo



funcional **cetona**, conforme indicado.

Ela desempenha as seguintes funções no organismo:

- Auxílio na coagulação do sangue;
- Desenvolvimento e regeneração de tecidos ósseos.

Cetona

Sua carência pode ocasionar hemorragias, sobretudo em crianças recém-nascidas, que em alguns casos chegam a receber doses dessa vitamina para evitar ou minimizar esse efeito.



Vídeos:

Vamos falar um pouco de história? O escorbuto era uma doença que atingia e dizimava tripulações inteiras de navios na época das navegações, felizmente, descobriu-se que poderia ser prevenido facilmente, vejamos o vídeo abaixo para discutir mais sobre o assunto.

I Feel Orange – Citrus Br: A família Laranja relembra a importância de seus antepassados na luta contra o escorbuto, doença que causa carência de vitamina C no organismo. Nós temos o suco!

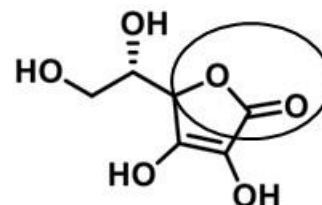
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qw3-HjCYJQM>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

Durante a Era dos Descobrimentos, também conhecida pela Era das Grandes Navegações, foi intenso o comércio de especiarias entre as nações, especiarias essas que tinham suas características e propriedades devidas as moléculas que estão presentes nelas. E foi a falta de uma molécula que quase encerrou essa época. Cerca de 90% da tripulação de Magalhães não sobreviveram à circunavegação de 1519-1522, grande parte em função do escorbuto, doença devastadora causada pela deficiência da Vitamina C, ou ácido ascórbico.

Analisando a estrutura molecular do ácido ascórbico, percebemos uma

Éster

função orgânica já conhecida, a função álcool, porém, encontramos também uma nova função, *éster*.



Atividade Experimental: Investigando o teor de Vitamina C¹⁶

Materiais e reagentes:

- Béqueres
- Sucos de frutas diversos
- Extratos de legumes
- Preparo em pó para suco
- Solução de amido¹⁷
- Solução de tintura de iodo

Procedimento:

Realizar a sequência de teste descrita conforme a tabela abaixo:

N.º Béquer	Conteúdo	N.º de gotas de solução de iodo
1	20 mL de solução de amido + 5 mL de comprimido de vitamina C	
2	20 mL de solução de amido + 5 mL de suco de laranja natural	
3	20 mL de solução de amido + 5 mL de morango	
4	20 mL de solução de amido + 5 mL de alface	
5	20 mL de solução de amido + 5 mL de pimentão verde	
6	20 mL de solução de amido + 5 mL de suco de laranja Tang	
7	20 mL de solução de amido + 5 mL de suco de laranja do mercado	
8	20 mL de solução de amido + 5 mL de suco de limão	

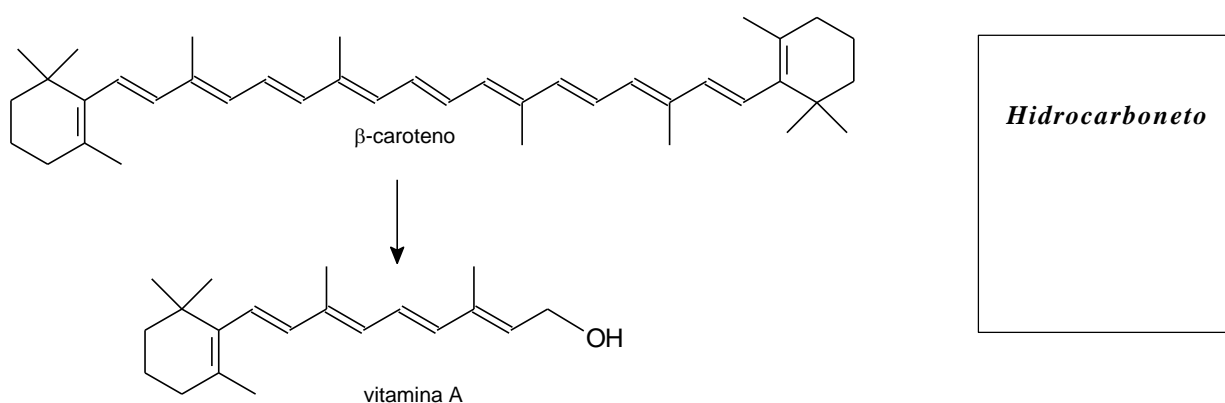
¹⁶ Atividade adaptada: “Vitamina C: um contexto significativo para a experimentação no Ensino Médio”. LUCA, A. G; et al. 33º EDEQ (2013).

¹⁷ A solução de amido a ser utilizada, pode ser preparada pela adição de meia colher de café de amido de milho (aproximadamente 1,0 g), a uma xícara de água fervente (aproximadamente 200 mL), homogeneizar até completa dissolução. Essa solução pode ser armazenada por sete dias a temperatura ambiente.

Como vimos, a carência de vitaminas pode ocasionar o desenvolvimento de diversas doenças, por isso a necessidade de ingestão de quantidades mínimas de cada uma diariamente.

Algumas substâncias encontradas nos alimentos não estão em uma forma diretamente prontas para ser utilizadas pelo nosso corpo, um exemplo dessas substâncias são os precursores de vitaminas. Ao entrar em contato com nosso metabolismo são convertidos para uma forma ativa que serão utilizados pelo nosso corpo, ou seja, no caso dos precursores são convertidos a vitaminas.

Um exemplo de precursor de vitaminas é o Betacaroteno.



Analisando a estrutura do betacaroteno, percebemos que ele é formado apenas por átomos de carbono e hidrogênio, sendo caracterizado então como um *hidrocarboneto*.

Os hidrocarbonetos podem ser classificados em:

- *Alcanos: compostos que possuem em sua estrutura apenas ligações simples.*
- *Alcenos: compostos que possuem em sua estrutura ligações duplas.*
- *Alcinos: compostos que possuem em sua estrutura ligações triplas.*

Nomenclatura de Substâncias Orgânicas

Algumas vezes pode ser interessante saber fornecer a nomenclatura de algumas substâncias orgânicas, para isso seguimos um modelo o qual foi proposto pela IUPAC¹⁸

PREFIXO	INFIXO	SUFIXO
Indica o n° de carbonos da cadeia principal	Indica a saturação ou insaturação (AN, EN, IN)	Indica a função Química

¹⁸ IUPAC - Sigla inglesa para União Internacional de Química Pura e Aplicada.

N.º de C	PREFIXO
1C	MET
2C	ET
3C	PROP
4C	BUT
5C	PENT
6C	HEX
7C	HEPT
8C	OCT
9C	NON
10C	DEC

A seguir regras mais básicas de nomenclatura:

1- A cadeia principal deve ser a que apresenta o maior número de carbonos, ela dará o nome correspondente ao número de C.

2- Quando existe mais de uma possibilidade deve ser aquela que apresenta o maior número de substituintes/grupos funcionais.

3- Grupo carbônico ligado à cadeia principal: substituinte (alquila, alquenila, etc.). Terminação: IL ou ILA.

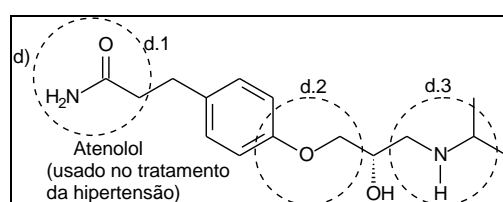
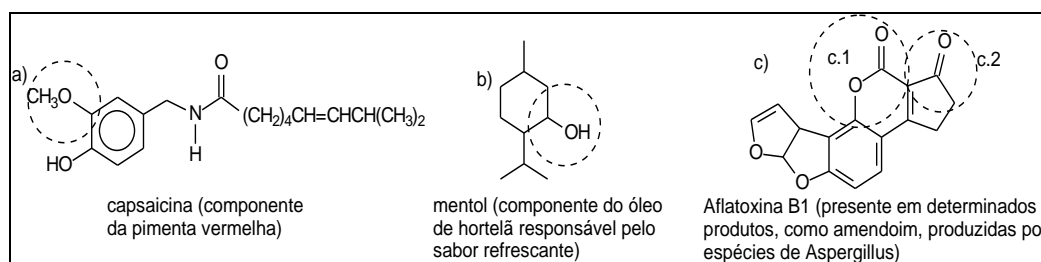
4- Posição dos substituintes e grupos funcionais: numeração da cadeia carbônica, (equidistância-encontrar o primeiro ponto de diferença)

5- Nome: 1º- substituintes em ordem alfabética (precedido pelo número do carbono na cadeia principal ao qual ele está ligado); 2º nome da cadeia principal.

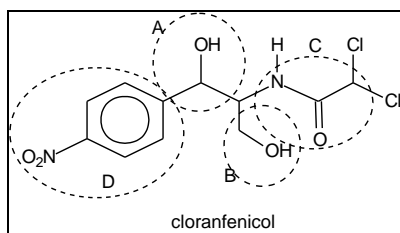


Refletindo conceitos (ATIVIDADE 1)

1. Indique o nome da função circulada em cada item.

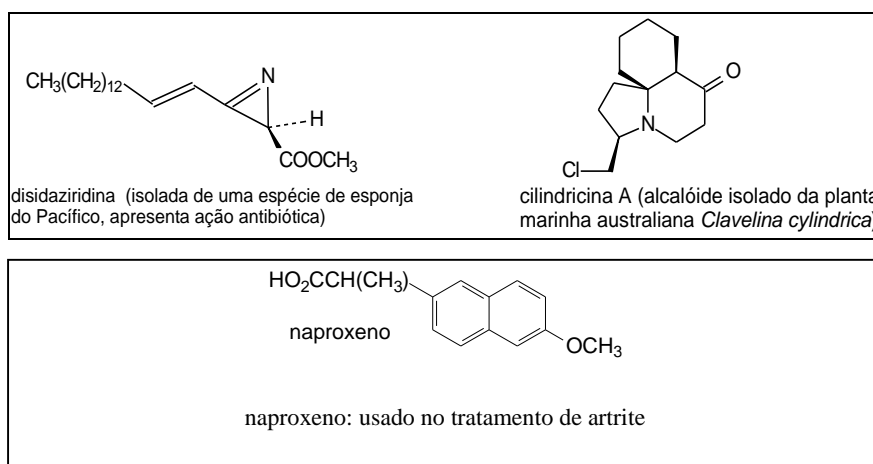


3. Identifique as porções A, B, C e D no nome da estrutura do cloranfenicol (antibiótico de uso humano e animal).



2,2-dicloro-N-[2-hidróxi-1-(hidróximetil)-2-(4-nitrofenil)etil]-etanamida

4. Sobre os compostos a seguir são feitas algumas afirmações. Indique, em cada uma delas, V (Verdadeiro) se a afirmativa é correta ou F (Falso) se é incorreta.



- () A disidaziridina apresenta uma função éster em sua estrutura.
- () A fórmula molecular da disidaziridina é $C_{19}H_{33}NO_2$.
- () A cilindricina A não apresenta anel aromático em sua estrutura.
- () A cilindricina A apresenta, entre outras funções, uma cetona e uma amina.
- () O naproxeno apresenta a função ácido carboxílico, entre outras.
- () O naproxeno apresenta em sua estrutura 14 hidrogênios.

2. Dentre as vitaminas trabalhadas, agrupe as que necessitam de uma maior ingestão diária e as vitaminas que necessitam de uma menor ingestão diária.

Vitaminas Lipossolúveis e Vitaminas Hidrossolúveis

Consideram-se vitaminas lipossolúveis as vitaminas que não são solúveis em água, e que são solúveis em solventes apolares e em lipídeos. São exemplos de vitaminas lipossolúveis:

Consideram-se vitaminas hidrossolúveis as vitaminas que são solúveis em água, e que não são ou são pouco solúveis em solventes apolares e em lipídeos. São exemplos de vitaminas hidrossolúveis:

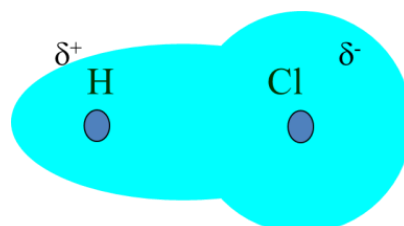
Solubilidade

Como foi discutido, temos duas classes de vitaminas com relação a sua solubilidade, para tanto, torna-se necessário lembrarmos a discussão com relação à solubilidade em água de substâncias, e essa solubilidade está relacionada a polaridade de uma molécula e sua possibilidade de realizar a interação intermolecular de ligação de hidrogênio. As substâncias orgânicas são formadas principalmente por ligações covalentes, bem vamos começar nossa retomada por aí.

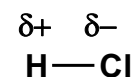
Revisando conceitos

Ligação Covalente Polar e Apolar

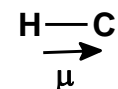
A polaridade de uma ligação é determinada através de uma grandeza chamada momento dipolar ou momento dipolo (μ), que é representado por um vetor orientado no sentido do elemento menos eletronegativo para o mais eletronegativo.



Uma ligação covalente polar ocorre em ligações formadas por átomos de diferentes eletronegatividades. Em torno do átomo mais eletronegativo se formará uma carga parcial negativa (δ^-) e no átomo menos eletronegativo se formará uma carga parcial positiva (δ^+). Exemplo: HCl



Uma ligação covalente apolar ocorre em ligações formadas por átomos que não apresentem diferença de eletronegatividade, ou que essa diferença não seja o suficiente para polarizar a ligação covalente.



Geometria Molecular

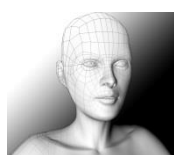
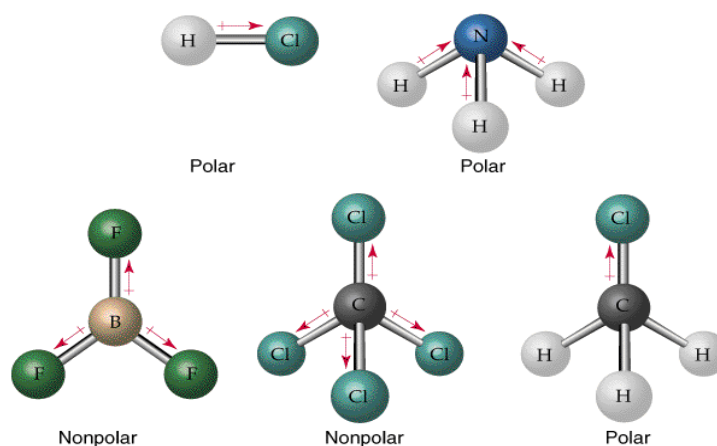
O modelo que explica a geometria molecular que as estruturas orgânicas assumem está baseado na Teoria De Repulsão Dos Pares Eletrônicos e Geometria Molecular, também conhecida como T.R.P.E.V.

Polaridade de Moléculas

MOLÉCULA APOLAR $\Rightarrow \mu_R = 0$

MOLÉCULA POLAR $\Rightarrow \mu_R \neq 0$

Para analisarmos a polaridade de uma molécula, primeiramente devemos analisar a polaridade de cada ligação covalente interatômica, e então a partir dessa análise verificar os vetores com o objetivo de visualizarmos se há uma resultante, caso haja uma resultante a molécula é considerada polar. Caso esse vetor resultante seja nulo, a molécula é considerada apolar. Veja abaixo.



Uso de simuladores - Simulador: Polaridade da Molécula

Neste momento, faremos a utilização de um simulador computacional, com o objetivo, de melhor entendermos como se dá a polaridade de uma molécula.

Fonte: Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-polarity>. Acesso em: 06 fev. 2015.

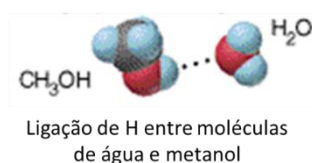
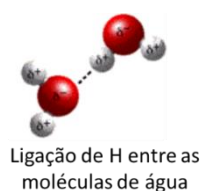
Discutindo a solubilidade das Vitaminas (Atividade 2)



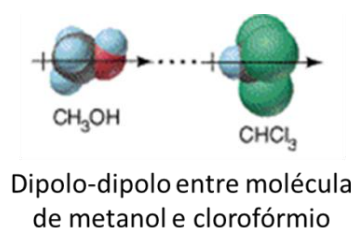
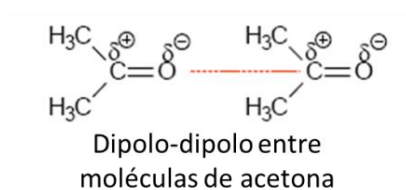
Baseando-se no quadro, que foi construído com o auxílio do professor, o qual contenha informações sobre os IDR de algumas vitaminas e suas estruturas, proponha em conjunto com seus colegas, justificativas para a solubilidade das vitaminas.

Interações Intermoleculares:

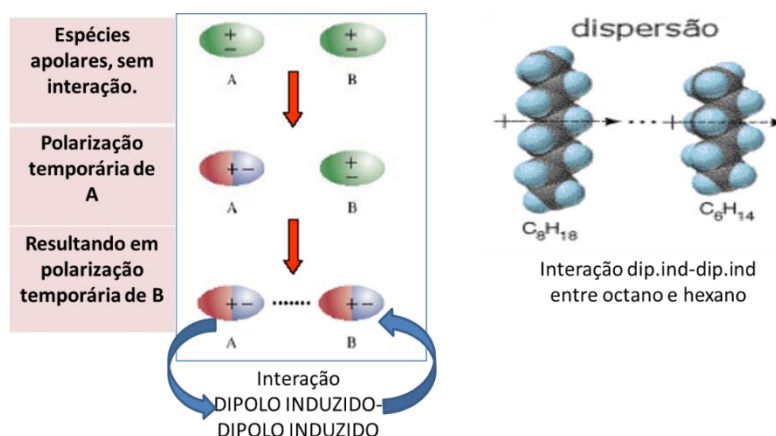
Ligação de Hidrogênio: interação entre o hidrogênio e um átomo de oxigênio, ou nitrogênio ou flúor. Esta é uma interação forte.



Dipolo-Dipolo: interação entre moléculas que apresentam um dipolo permanente.

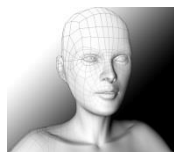


Dipolo induzido-Dipolo induzido (Van der Waals ou Forças de London): interação entre moléculas APOLARES.



Solubilidade em água:

- ❖ Compostos que não fazem ligação de H com a água não serão solúveis.
- ❖ Compostos que podem interagir com a água (fazer ligação de H) serão solúveis quando a cadeia carbônica é pequena (até 3, 4 carbonos).



Uso de simuladores Simulador: Forças Intermoleculares (Intermolecular Forces - SAM)

Para facilitar a compreensão do estudo das forças ou interações intermoleculares, vamos utilizar um simulador computacional novamente.

Fonte: Disponível em: <<http://workbench.concord.org/database/activities/227.html>>. Acesso em: 06 fev. 2015.



Atividade Experimental 1: Comparação da solubilidade entre solutos e solventes

- Preparar três tubos de ensaio numerados com misturas de 2 mL de água e 4 mL de acetona.
- Adicionar a cada tubo 2-3 gotas de solução alcoólica de iodo e agitar.
- Acrescentar ao primeiro tubo cerca de 0,5 g de cloreto de sódio, ao segundo tubo + 0,5 g de cloreto de amônio e, ao terceiro tubo, + 0,5 g de sulfato de sódio.
- Fechar os tubos com uma rolha adequada e agitar os sistemas vigorosamente. Deixar os tubos em repouso e observar a separação de fases líquidas.

Questões para discussão:

- Explique por que a acetona é completamente solúvel em água.
- Em todos os tubos ocorreu a separação de fases?
- Explique cada caso.

Atividade Experimental 2: Diferença na solubilidade entre solventes

- Numerar três tubos de ensaio e colocar 2 mL de hexano em cada um.
- Adicionar 1 mL de álcool etílico ao primeiro tubo, 1 mL de álcool isopropílico ao segundo tubo e 1 mL de álcool amílico ao terceiro tubo.
- Agitar os tubos e observar em quais casos o álcool se dissolve completamente ou forma duas fases.
- Repita o procedimento anterior empregando água no lugar de hexano.
- Represente os sistemas formados abaixo, identificando as fases.

Comentar:

- Quais álcoois são solúveis e quais são parcialmente solúveis em hexano? E em água?
- Qual a relação que pode ser inferida entre o número de átomos de carbono no álcool e sua solubilidade em solventes polares e apolares?
- Que solubilidade em água e em hexano você preveria para o octadecanol, $C_{18}H_{37}OH$? E para o glicerol, um triol $C_3H_5(OH)_3$?

Questões para discussão:

- 1) Explique as diferenças entre o sistema formado inicialmente e o sistema formado após a adição do cloreto de sódio.
- 2) A acetona não é solúvel em água? Explique sua resposta baseada no procedimento realizado.

Atividade Experimental 3: Cromatografia em papel (ATIVIDADE 3)

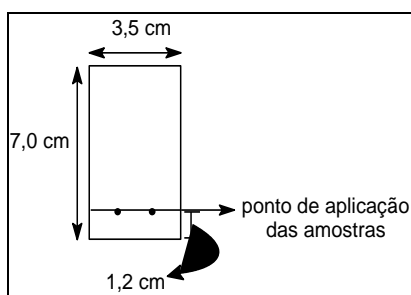
Atividade experimental:

Preparo das amostras: Em um frasco de remédio limpo dissolver uma ponta de espátula da amostra de vitamina C. Em outro frasco dissolver uma gota da amostra de vitamina D (obs: vamos rever as estruturas destas vitaminas e avaliar o solvente adequado para dissolvê-las).

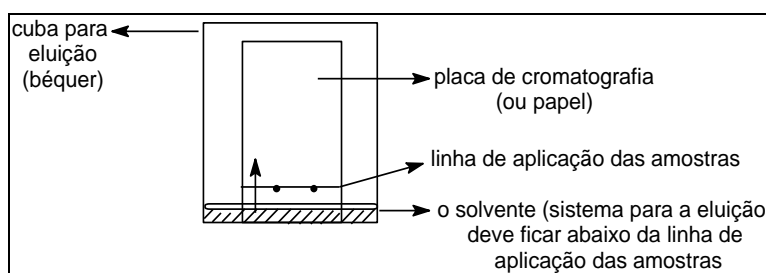
Preparo do papel cromatográfico: Cortar o papel para cromatografia em duas tiras com 7,0 x 3,5 cm cada uma. Traçar com lápis, levemente, uma linha a 1,2 cm, aproximadamente, a partir da base do papel (Figura 1a).

Aplicar em cada tira do papel, com o auxílio de um capilar, as amostras (na linha traçada) separadas entre si por aproximadamente 1,0 cm (Figura a).

Eluição das amostras: Para eluição serão utilizados dois sistemas diferentes de solventes, Sistema 1- água e Sistema 2- hexano:acetato de etila (3:1). A quantidade de solvente dentro da cuba (béquero tampado vidro de relógio) deve ficar abaixo da linha de aplicação das amostras (Figura 1b).



(a)



(b)

Figura 1: (a) Medidas para o preparo da cromatografia e aplicação das amostras; (b) Visualização do papel cromatográfico dentro da cuba (observe a linha de aplicação das amostras e o nível do solvente).

- Introduzir uma tira no sistema 1 e deixar o solvente subir, retirando antes de chegar ao topo (~2,0 cm antes), marcar como frente do solvente (FS- Figura 2). Após eluir a 1ª tira, introduzir a 2ª tira no sistema 2 e proceder como na anterior.

Revelação: Colocar as tiras em câmara de iodo (pote de vidro com tampa) para visualizar as amostras. Calcular o fator de retenção (rf) das substâncias em cada sistema de solvente. Discutir os resultados.

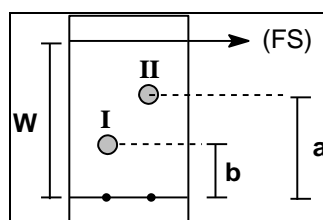


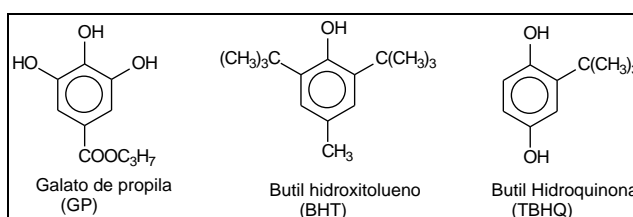
Figura 2: Dados para o cálculo do rf.

Dados obtidos:



Refletindo conceitos

1. Por que as vitaminas hidrossolúveis necessitam uma maior ingestão diária do que as vitaminas lipossolúveis?
2. A quantidade de vitaminas presentes nos alimentos é constante? Explique.
3. A seguir estão representadas as estruturas de alguns antioxidantes sintéticos de uso permitido em alimentos. Forneça o que se pede em cada item.



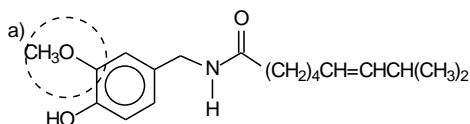
- a) Qual o tipo de interação intermolecular que estes compostos podem estabelecer?
- b) Os seguintes dados sobre solubilidade em ÁGUA (% p/v) são fornecidos para os antioxidantes A e B: A= 0,32 e B= zero. Considerando as características estruturais do BHT e o GP, qual deve ser o A e qual o B? Justifique.
4. Elaborar um texto dissertativo (com no mínimo 30 linhas) baseando-se no que foi discutido sobre as vitaminas.

Atividades de sistematização e materiais complementares da UEPS

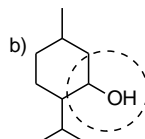
A) Reconhecimento de funções

• As atividades abaixo deverão ser anexadas ao caderno e realizadas em duplas ou trios.

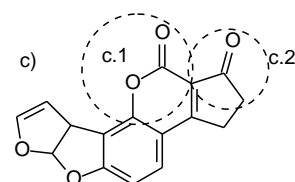
1) Indique o nome da função orgânica circulada em cada item.



capsaicina (componente da pimenta vermelha)

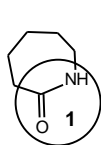


mentol (componente do óleo de hortelã responsável pelo sabor refrescante)

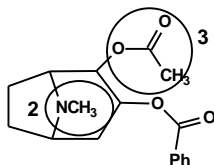


Aflatoxina B1 (presente em determinados produtos, como amendoim, produzidas por espécies de Aspergillus)

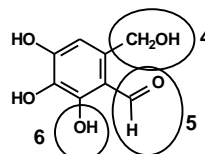
2) Considerando as funções orgânicas circuladas e numeradas presentes nas moléculas abaixo:



composto 1



composto 2

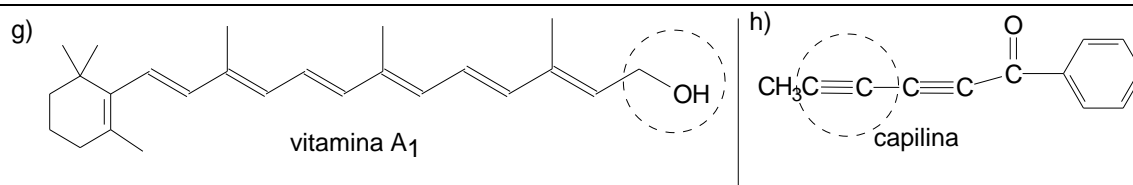
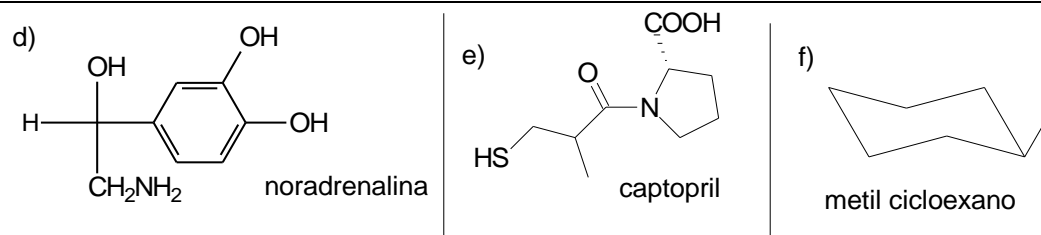
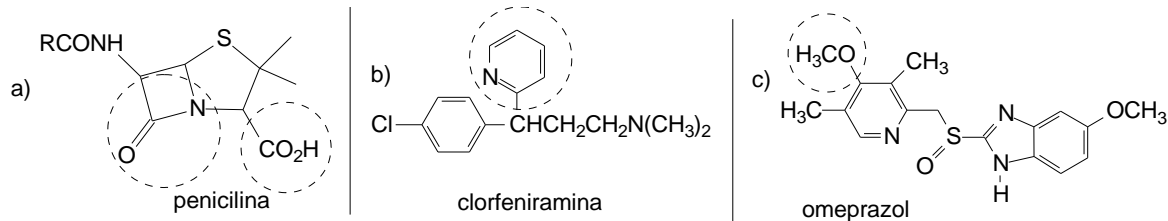


composto 3

Assinale a alternativa correta.

- a) No composto 3 a função orgânica circulada 4 representa um álcool.
- b) No composto 1 a função orgânica circulada 1 representa uma amina.
- c) No composto 2 a função orgânica circulada 3 representa um éter.
- d) No composto 3 a função orgânica circulada 6 representa um álcool.

3) Em cada item forneça o nome da função circutada na estrutura dos compostos abaixo.



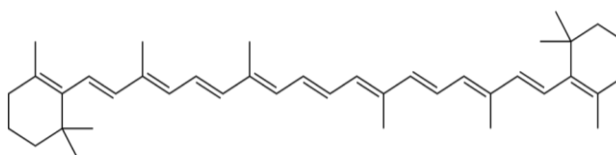
B) Propriedades Físicas

- As atividades abaixo deverão ser discutidas em grupos para posterior apresentação aos colegas.

1) Explique usando termos químicos adequados por que a gasolina pode ser usada para limpar peças, de automóveis, por exemplo sujas de graxa.

2) O betacaroteno, cuja fórmula estrutural está representada a seguir, é um pigmento presente em alguns vegetais, como cenoura e tomate

Dentre os solventes abaixo, aquele que melhor solubiliza o betacaroteno é:



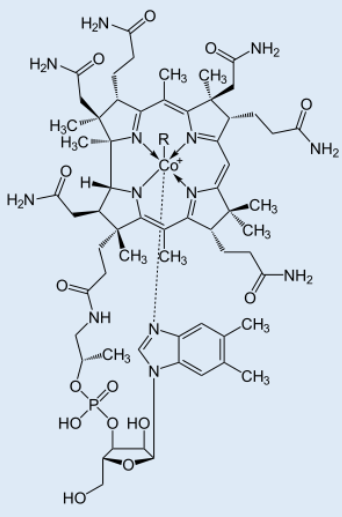
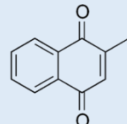
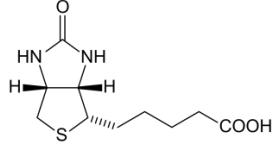
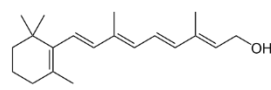
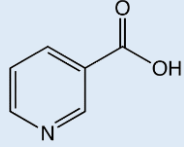
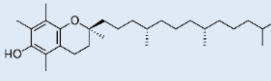
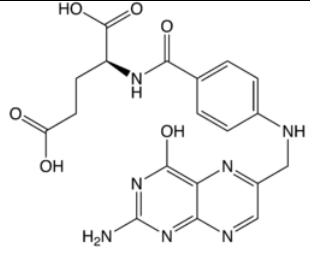
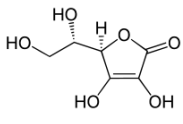
- água
- etanol
- hexano
- propanona

Justifique sua escolha.

3) A mãe de Joãozinho, ao lavar a roupa do filho após uma festa, encontrou duas manchas na camisa: uma de gordura e outra de açúcar (principal componente sacarose C₁₂H₂₂O₁₁). Ao lavar apenas com água, ela verificou que somente a mancha de açúcar desaparecera completamente. Explique por que, somente a mancha de açúcar foi removida.

Atividade 4 - Avaliação Somativa

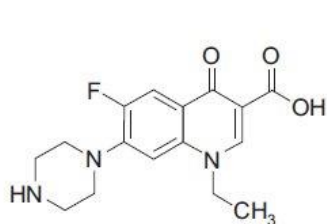
Algumas vitaminas necessitam de uma maior ingestão diária em nosso organismo devido a serem facilmente eliminadas pela urina, ainda, é importante lembrar que algumas vitaminas possuem uma maior necessidade de ingestão, devido a participarem de importantes processos biológicos em nosso organismo.

Vitamina	Estrutura	IDR	Vitamina	Estrutura	IDR
B12		0,000006 g	K		0,00008 g
B7		0,000084 g	A		0,001 g
B3		0,002 g	E		0,008 g
B9		0,06 g	C		0,06 g

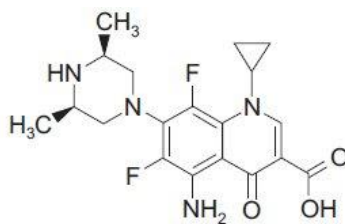
1) Relacione a estrutura Química das vitaminas citadas no quadro acima com os índices diários de ingestão (IDR). Lembre-se de levar em consideração a solubilidade em águas dessas vitaminas e a participação em processos biológicos.

2) Atualmente é cada vez maior o número de pessoas que busca complementar suas dietas mediante ao uso dos chamados polivitamínicos, relacione a sua percepção sobre o assunto, com o que foi discutido em aula sobre o tema.

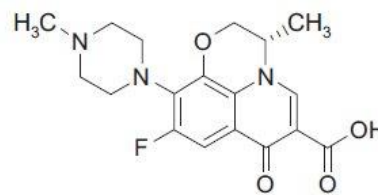
3) Fluorquinolonas constituem uma classe de antibióticos capazes de combater diferentes tipos de bactérias. A norfloxacin, a esparfloxacin e a levofloxacin são alguns dos membros da família das fluorquinolonas.



norfloxacin



esparfloxacin

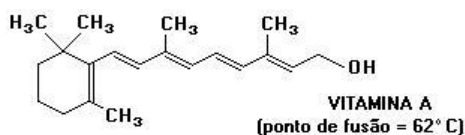


levofloxacin

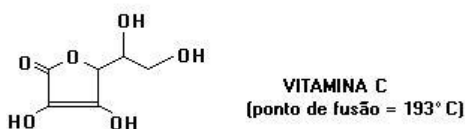
De acordo com as informações acima, é incorreto afirmar que:

- a norfloxacin apresenta um grupo funcional cetona em sua estrutura.
- a norfloxacin e a esparfloxacin apresentam os grupos funcionais amina e ácido carboxílico em comum.
- a esparfloxacin apresenta cadeia carbônica insaturada.
- a norfloxacin e a levofloxacin apresentam grupo funcional amida.
- a levofloxacin apresenta anel aromático.

4) Uma das propriedades que determina maior ou menor concentração de uma vitamina na urina é a sua solubilidade em água.



a) Qual das duas substâncias é mais facilmente eliminada na urina? Justifique.



b) Dê uma justificativa para a temperatura de fusão da vitamina C ser superior ao da vitamina A.

5) Escreva sobre a relação entre a estrutura química dos nutrientes e suas respectivas funções biológicas.

6) As temperaturas de ebulição, sob pressão de 1 atm, da propanona, butan-2-ona, pentan-3-ona e hexan-3-ona são, respectivamente, 56, 80, 101 e 124°C.

a) Represente as fórmulas estruturais destas substâncias.

b) Estabeleça uma relação entre as estruturas e temperaturas de ebulição.

Texto sobre vitamina D (organizador prévio UEPS)

Título: A PODEROSA VITAMINA D

Autores: Mônica Tarantino e Monique Oliveira

Fonte: Site da Revista Isto É / Edição 2230 03/08/2012.

Os livros didáticos disponíveis atualmente ensinam que a vitamina D é essencial na formação dos ossos e dentes. Mas esses textos precisarão ser reformulados para acrescentar uma longa lista de benefícios descobertos recentemente, que revelam que a substância faz muito mais pelo organismo do que se imaginava. Ela ajuda a emagrecer, fortalece o sistema de defesa do organismo, auxilia na prevenção e tratamento de doenças como a diabetes e a hipertensão e está associada a uma vida mais longa – para falar somente de alguns de seus efeitos positivos. Por essa razão, a vitamina tornou-se a mais nova queridinha dos médicos em todo o planeta. Muitos já estão solicitando a seus pacientes que meçam sua concentração no corpo e façam sua reposição se assim for necessário.

Um dos achados mais reveladores – e que ajuda a sustentar a nova atitude dos médicos – surgiu de um trabalho de cientistas da Universidade de Oxford, na Inglaterra. Eles sequenciaram o código genético humano para averiguar quais regiões do DNA apresentavam receptores para a vitamina. Receptores são uma espécie de fechadura Química só aberta por chaves compatíveis – nesse caso, a vitamina D –, para liberar o acesso e a ação do composto à estrutura à qual pertencem.

O time de Oxford descobriu nada menos do que 2.776 pontos de ligação com receptores de vitamina D ao longo do genoma. “A pesquisa mostra de forma dramática a ampla influência que ela exerce sobre nossa saúde”, concluiu Andreas Heger, um dos coordenadores do trabalho, publicado pela revista “Genome Research”. Isso quer dizer que sua presença faz uma bela diferença na forma como trabalham os genes. “Todas as células mapeadas possuem receptores diretos da vitamina”, explica o dermatologista Danilo Finamor, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

A outra comprovação inquestionável do poder abrangente da vitamina no corpo humano veio de uma ampla revisão de trabalhos científicos realizada pela Sociedade Americana de Endocrinologia cujo resultado foi divulgado há dois meses. “Ela age no coração, no cérebro e nos mecanismos de proliferação e inibição de células, entre outros sistemas”, disse à ISTOÉ o bioquímico Anthony Norman, professor da Universidade da Califórnia (EUA), um dos maiores estudiosos do tema e integrante do comitê responsável pela compilação de dados a respeito do assunto. “A vitamina D também atua nos músculos, que são as únicas estruturas capazes de dar mais estabilidade aos ossos”, diz o ortopedista André Pedrinelli, do Hospital Santa Catarina, de São Paulo.

Muito do que se sabe a respeito dos novos benefícios da substância é referente à diabetes tipo 2, que hoje exhibe proporções epidêmicas no mundo. Trabalhos demonstram que níveis baixos da substância estão relacionados a uma disfunção ligada à origem da doença chamada resistência à insulina. A insulina é o hormônio que permite a entrada, nas células, da glicose circulante no sangue. No caso da diabetes tipo 2, ela não consegue cumprir sua função corretamente e o resultado é o acúmulo de glicose na circulação sanguínea, o que caracteriza a enfermidade.

Uma das pesquisas a evidenciar a relação vitamina D-diabetes tipo 2 foi feita pelo cientista Micah Olson, da Universidade do Texas (EUA). Ele mediu os níveis da vitamina, de glicose e de insulina no sangue de 411 crianças obesas e 87 não obesas. “As obesas com níveis mais baixos do composto tinham maior grau de resistência

à insulina”, disse. Em adultos, dá-se o mesmo. No mês passado, estudo publicado na revista “Diabetes Care” mostrou que pessoas com pequena quantidade da substância apresentavam 32 vezes mais resistência à insulina do que a média dos voluntários avaliados.

A informação do papel da vitamina no desenvolvimento da enfermidade mudou a conduta médica. A endocrinologista Maria Fernanda Barca, de São Paulo, membro da Sociedade Americana de Endocrinologia, por exemplo, é uma das que já indicam sua reposição, se for preciso. “Quando comecei a pedir dosagens, vi que cerca de 70% dos pacientes estavam com carência ou insuficiência da substância”, diz.

Também já existe um consenso científico de que, quanto mais obesa a pessoa, menos vitamina D ela apresenta. Não está claro, porém, se a obesidade por si só diminui a presença da vitamina no organismo ou se é o contrário. Mas, mesmo sem conhecer os mecanismos pelos quais a baixa concentração da substância contribui para o acúmulo de gordura, os médicos estão incluindo sua reposição na lista de estratégias mais recentes na briga contra a balança.

Só por ajudar no controle da diabetes e da obesidade – dois fatores de risco para doenças cardíacas –, a vitamina já poderia ser chamada de aliada do coração. No entanto, descobriu-se que ela combate também a hipertensão, bloqueando a ação de uma enzima envolvida na elevação da pressão arterial. “Por isso, pode ser dada como coadjuvante no tratamento da doença, se for comprovado seu déficit”, afirma Aluizio Carvalho, professor de nefrologia da Unifesp.

O sistema imunológico é outro beneficiado. “Ela atua como um modulador do sistema de defesa do corpo”, explica a endocrinologista Cláudia Cozer, de São Paulo, diretora da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. A quantidade certa da vitamina permite que o corpo se defenda melhor, por exemplo, das gripes e resfriados de repetição. “Uma das células beneficiadas por ela são os linfócitos T, que agem sobre as células estranhas e infectadas por vírus”, diz o bioquímico Anthony Norman, da Universidade da Califórnia. Alguns pesquisadores sugerem que a substância pode reduzir a mortalidade por pneumonia entre pacientes internados e ter ação específica sobre o bacilo de Koch, o causador da tuberculose.

Até as complexas doenças autoimunes se revelam sensíveis à vitamina. Essas enfermidades são desencadeadas por uma disfunção do sistema de defesa que faz com que ele comece a atacar o próprio organismo. Se ataca proteínas localizadas nas articulações, deflagra a artrite reumatoide. Se forem células da pele, há vitiligo ou psoríase. Nesse campo, a substância também tem sido vista como uma esperança, inclusive para pacientes de esclerose múltipla, enfermidade autoimune que acomete células nervosas e leva à perda gradual dos movimentos. Já se sabe que o seu avanço é mais rápido em quem convive com níveis baixos da substância, conforme documentou um estudo da Universidade de Maastricht, na Holanda, a partir do acompanhamento de 267 pessoas com a doença.

Na Unifesp, mais de 800 portadores de esclerose múltipla estão recebendo doses do composto, sob responsabilidade do neurologista Cícero Galli Coimbra, um entusiasta do tratamento. “São doentes com déficit comprovado e resistência genética à vitamina”, explica o médico. “É uma terapia eficiente, que precisa ser divulgada”, diz Coimbra, criador do Instituto de Autoimunidade, voltado a esse tipo de tratamento.

Na mesma linha de intervenção segue a Universidade de Toronto, no Canadá. Pacientes com a enfermidade lá tratados apresentaram uma notável diminuição da perda de células nervosas. No entanto, o tratamento é considerado complementar e tem opositores. A terapia convencional da doença é feita com o medicamento interferon-beta, que modula o sistema imunológico.

A pesquisa das ligações do composto com o câncer é um campo dos mais desafiadores para os pesquisadores. Em junho, cientistas da Universidade da Carolina do Norte (EUA) anunciaram que pacientes com tumor de pâncreas com maior quantidade de receptores para a substância têm sobrevida maior do que os outros. Antes, eles já tinham sido encontrados pelos cientistas britânicos em áreas associadas à leucemia linfática crônica e câncer colorretal. Há também suspeita de que a vitamina regule genes ligados aos tumores de próstata e pesquisas mostrando doses deficientes em mulheres com câncer de mama. “Um estudo mostrou que o aumento de sua quantidade poderia impedir aproximadamente 58 mil novos casos de tumor de mama e 49 mil novos casos de câncer colorretal a cada ano”, disse à ISTOÉ a médica Archana Roy, da Clínica Mayo (EUA). “Mas outros trabalhos são necessários para esclarecer e comprovar essas relações”, pondera a endocrinologista Ana Hoff, do Hospital Sírio-Libanês, em São Paulo.

Embora seja chamada de vitamina, a substância é, na verdade, um pró-hormônio. Ou seja, dá origem a vários hormônios importantes para o corpo. É sintetizada a partir de uma fração do colesterol, transformada sob a ação dos raios ultravioleta B do sol. Ela também está presente em alimentos – principalmente peixes de água fria –, mas sua concentração neles é pequena e seria suficiente para fornecer apenas 20% das necessidades diárias.

É por essa razão que hoje os especialistas encontram-se preocupados. Ao mesmo tempo em que fica cada vez mais clara sua importância para a saúde, o mundo enfrenta uma espécie de epidemia de déficit da substância. Segundo a Organização Mundial da Saúde, metade da população mundial tem menos vitamina D do que precisa. De acordo com a OMS, há insuficiência quando o exame de sangue indica uma concentração menor do que 30 ng/mL (nanogramas por mililitro de sangue). Valores abaixo de 10 ng/mL são classificados como insuficiência grave. Dosagens iguais ou superiores a 30 ng/mL estão na faixa da normalidade, cujo limite máximo é 100 ng/mL.

A enorme deficiência se deve principalmente à pouca exposição ao sol que as pessoas têm atualmente. Para que seja sintetizada na quantidade adequada, recomenda-se a exposição de partes do corpo (braços e pernas, por exemplo) entre 20 e 30 minutos ao sol diariamente, sem filtro solar. Ou, como orienta outra corrente, expor 15% da superfície da pele (equivalente a dois braços) pelo menos três vezes por semana, com filtro solar. E, nesse caso, fazer complementação com suplementos receitados a partir da necessidade individual de cada um.

Essas são as orientações de forma geral. Isso porque as descobertas recentes estão produzindo mudanças nas recomendações das concentrações ideais de acordo com grupos específicos. No ano passado, por exemplo, os americanos elevaram esses valores para a população da terceira idade. Seguindo a tendência americana, a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) decidiu aumentar as suas indicações para crianças e adolescentes. “É importante lembrar que, para crianças maiores, a suplementação só será necessária caso a criança não atinja a quantidade de vitamina D recomendada apenas com alimentação e luz solar”, diz Virginia Weffort, do Departamento de Nutrologia da SBP.

A cautela é realmente imprescindível. “Não se deve tomar vitamina D indiscriminadamente”, adverte o endocrinologista Sharon Admoni, do Núcleo de Obesidade e Transtornos Alimentares do Hospital Sírio-Libanês. Em dose excessiva, ela causa enjoo, desidratação, prisão de ventre e pode aumentar a quantidade de cálcio, elevando a pressão arterial. Pode também gerar pedras nos rins. “O ideal é que quem faz suplementação seja bem monitorado pelo seu médico e faça exames periódicos de sangue”, diz a médica Ana Hoff. Dessa maneira, só haverá benefícios.

Anexo A - Texto utilizado na Pré-unidade – Química

Título: INFLUÊNCIA DA ÁGUA E DO ÁLCOOL NA DENSIDADE E NO PONTO DE CONGELAMENTO DO LEITE.¹⁹

Autores: Livia Cavaletti Corrêa da Silva; Ronaldo Tamanini; Vanerli Beloti; Cristiane Jaci Giombelli; Márcia Rocha Silva; Fernanda Diekmann Mantovani.

Palavras-chave: densidade, crioscopia, álcool etílico.

Fonte: Sociedade de Veterinária do Rio Grande do Sul

Introdução

O leite é considerado um alimento completo, sendo amplamente comercializado e consumido pela população, e recomendado especialmente para crianças e idosos. Por outro lado, é também um produto sujeito a fraudes (BELOTI, 1999; MATTOS, 2010). Uma das fraudes mais frequentes é a adição de água ao leite. Contudo, por ser facilmente detectada, a aguagem geralmente vem acompanhada de outras fraudes utilizadas para reconstituir a densidade e a crioscopia. No controle de qualidade do leite duas provas são utilizadas para verificar o teor de água do leite, visando identificar estas fraudes, a crioscopia e a prova da densidade. A crioscopia determina o ponto de congelamento do leite. Esta prova avalia a quantidade de moléculas em solução perfeita, ou seja, principalmente a água, os sais e os açúcares são capazes de alterar esse parâmetro. A legislação determina que o índice crioscópico máximo do leite deva ser de $-0,530^{\circ}$ Hortvet (BRASIL, 2002), o que corresponde a aproximadamente $-0,512^{\circ}\text{C}$. Fraudes por aguagem aproximam o ponto de congelamento de zero. A prova da densidade, embora apresente menor precisão que a crioscopia, também é utilizada na detecção de fraudes por aguagem. O parâmetro de densidade para o leite a 15°C é de $1,028$ a $1,034\text{ g/cm}^3$ (BRASIL, 2002). A aguagem diminui a densidade do leite e a aproxima da densidade da água que é $1,0\text{ g/cm}^3$. Recentemente, o relato de técnicos de laticínios nos levou a pesquisar a adição de água ao leite e o acréscimo de álcool para reconstituir a crioscopia. Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito na crioscopia e na densidade, da adição de álcool etílico em leite previamente fraudado com água.

Material e Métodos

¹⁹ O material foi transcrito de forma a facilitar a abordagem e trabalho dos professores.

Para o experimento utilizou-se leite pasteurizado integral, que foi testado para todas as provas de controle de qualidade determinadas pela Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002) e para a presença de álcool, apresentando normalidade, de acordo com a Instrução Normativa 68 (BRASIL, 2006). O leite foi então fraudado com 10% de água e, em seguida, aferiu-se a crioscopia e a densidade. Depois de fraudado com água o leite foi dividido em 10 alíquotas que foram então fraudadas com diferentes concentrações de álcool etílico (92,8°GL): 0,05; 0,075; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 3 e 4%. Novamente, se avaliou as alterações promovidas por meio da crioscopia e densidade. Foram realizadas cinco repetições para cada concentração testada.

Resultados e discussão

Observando os resultados constantes da tabela 1, podemos inferir que a crioscopia se aprofunda e a densidade diminui conforme a concentração de álcool aumenta.

Tabela 1 – Médias de crioscopia e densidade obtidas para leite pasteurizado integral, fraudado com água e diferentes concentrações de álcool etílico 92,8°GL.

% de água	% de álcool	Crioscopia (°H) ^a	Densidade ^b
0	0	-0,535	1031,33
10	0	-0,481	1028,40
10	0,05	-0,500	1027,73
10	0,075	-0,509	1027,53
10	0,1	-0,518	1027,30
10	0,25	-0,570	1027,30
10	0,5	-0,658	1026,97
10	0,75	-0,752	1026,40
10	1	-0,838	1026,07
10	2	-1,171	1024,47
10	3	-1,516	1022,80
10	4	Erro na leitura	1021,47

^amédia obtida com 5 repetições; ^bmédia obtida com 3 repetições

Concentrações de álcool de 0,05% alteram em média a crioscopia em -0,018°H, ou seja, a adição de 0,05% de álcool a um leite com 3,8% de água (crioscopia -0,512°H), apresentaria

crioscopia dentro do parâmetro determinado pela legislação: $-0,530^{\circ}\text{H}$ (BRASIL, 2002). Na prova da densidade o comportamento oposto pode ser observado, conforme as concentrações de álcool aumentam, a densidade diminui, progressivamente. A incoerência obtida nos resultados de crioscopia e densidade é um importante parâmetro para auxiliar na avaliação amostras de leite suspeitas dessa fraude, nas quais deve-se pesquisar a presença de álcool etílico.

Conclusão

A adição de pequenas concentrações de álcool promove um aprofundamento proporcional da crioscopia e uma diminuição da densidade.

Referências

BELOTI, V. et al. Avaliação da qualidade do leite cru comercializado em Cornélio Procópio, Paraná. Controle do consumo e da comercialização. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 20, n. 1, p. 12-15, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n° 51 de 14 de agosto de 2002**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 68 de 12 de dezembro de 2006**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

MATTOS, M. R. et al. Qualidade do leite cru produzido na região do agreste de Pernambuco, Brasil. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 173-182, 2010.

Anexo B - Texto utilizado na Pré-unidade – Biologia

Título: A INFLUÊNCIA DA RAÇA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE²⁰

Autores: Revista MilkNet (autor não citado).

As raças bovinas são classificadas de acordo com sua capacidade de produção e teor de gordura encontrada no leite. Podemos, portanto, classificá-las da seguinte maneira:

- raças de alta produção leiteira: como, por exemplo, as holandesas e a Ayrshire, as quais, nas suas regiões de origem, alcançam um mínimo de produção, por lactação, de 5.000 kg de leite de baixo teor de gordura;
- raças de alta percentagem de gordura: também chamadas de “mantegueiras” e que são as raças de pequeno porte como a Jersey e a Guernsey que, além de produzirem uma boa quantidade de leite, em média 3.000 kg por lactação, estes possuem uma média de 6 a 7% de gordura, rica em pigmentos carotenoides;
- raças mistas: além de produzirem uma boa quantidade de leite rico em matéria gorda, ainda se prestam para o corte. Destacam-se, entre elas, a Normanda, a Simental e a Schwyz, bem como as vacas Zebus ou mestiças de raças leiteiras com as raças zebuínas, sendo admitido o mínimo de 2.000 kg de leite com 3,5 %, em média, de gordura, durante uma lactação.

Portanto, as vacas maiores, mais compridas, descarnadas e angulosas são as que, em geral, mais produzem leite. Quanto maior a produção de leite, menores são as percentagens de gordura e de seus outros constituintes. Quanto maior a quantidade de gordura de um leite, maior é o tamanho dos glóbulos de gordura e melhor será a manteiga produzida a partir deste leite. Por estes motivos, é muito interessante a introdução de reprodutores Zebus em rebanhos de alta lactação, pois o resultado são vacas mestiças de grande produção de leite que contém um elevado teor de gordura. Além disso, a introdução de sangue de Zebu em um rebanho concorre, não só para a elevação do teor de gordura, mas também para um grau de rusticidade maior, o que é de grande interesse em virtude das condições climáticas encontradas nas fazendas brasileiras.

A raça na produção de leite: Os animais puros das raças aperfeiçoadas são, em geral, os mais precoces, os que mais produzem e os que mantêm sua produção por mais tempo, proporcionando uma boa produtividade e os maiores lucros.

²⁰ O material foi transcrito de forma a facilitar a abordagem e trabalho dos professores.

Portanto, se o objetivo é a produção de leite, o criador deve escolher uma das raças especializadas leiteiras, entre as quais temos:

- Holandesas - preta e branca (ou da Frísia), vermelha e branca (ou variedade do Reno, Mossa e Issel), Gronigue (preta de cara branca);
- Inglesas - Jersey, Guernsey e Ayrshire;
- Francesas - Flamenga e Bretã;
- Dinamarquesa - vermelha.

As raças Jersey, Guernsey e Bretã são especializadas na produção mantegueira, devido às características do seu leite, principalmente o elevado teor de gordura. Existe, ainda, outro grupo de raças cuja produção leiteira é bastante apreciável, embora sejam destinadas também à produção de carne: são as chamadas raças mistas, entre as quais destacamos:

- Inglesas - Devon, Red-Polled e Red-Lincoln;
- Francesas - Normanda;
- Suíças - Schwitz e Simental.

As raças Schwitz e Normanda, por exemplo, são criadas, no Brasil, como leiteiras, principalmente a primeira, tal o volume de leite que produzem.

Muitas vezes, porém, uma série de circunstâncias ou fatores como o clima, temperatura, estado das pastagens ou a presença de algumas doenças, não permite a criação ou exploração de animais puros das raças aperfeiçoadas, como seria de se desejar. O criador deve, então, adotar métodos de reprodução adequados como a seleção, cruzamento, mestiçagem ou hibridação, para obter animais resistentes, mas de boa produção leiteira. Nesse caso, podemos indicar a introdução de sangue Zebu, para dar maior rusticidade ao rebanho.

No Brasil existem, atualmente, as raças zebuínas de origem indiana, Guzerá, Gir, Nelore, e Shindi vermelha, além de uma raça, já brasileira, a Indubrasil, obtida do cruzamento entre Guzerá e Gir. Todas elas têm uma característica comum, que é a rusticidade, justamente a qualidade cuja introdução nos rebanhos leiteiros torna-se necessária para que melhor resistam às condições do meio em que vivem e que, em geral, são adversas num país tropical como o Brasil.

À medida que aumenta o grau de sangue Zebu em um rebanho, mais rústico ele se torna, mas sua produção leiteira vai decrescendo. Por isso, é necessário que o criador saiba controlar a introdução do Zebu para que a rusticidade não venha em detrimento da produção.

Quanto ao Zebu leiteiro, grandes progressos vêm sido obtidos por meio de seleção, nas raças Guzerá e Gir. Por esse motivo, atualmente, já existem rebanhos de sangue Zebu com elevada produção leiteira.

O criador, ao introduzir um reprodutor Zebu em seu rebanho, pode utilizar um dos seguintes processos de cruzamento:

- simples - quando os produtos meio sangue, neste caso as novilhas e as vacas, são destinadas exclusivamente à produção de leite, não havendo a preocupação de manter as bezerras delas nascidas para a reprodução ou produção;
- contínuo, de substituição ou de implantação - quando são utilizados sempre touros Zebus para que assim, depois de algumas gerações, o rebanho que era de determinada raça, passe a ser totalmente Zebu, pela absorção da raça primitiva, pela raça zebuína empregada. Esse tipo não é aconselhável para a produção leiteira, pois o rendimento das vacas vai diminuindo de acordo com o seu maior grau de sangue indiano;
- alternativo - quando são empregados, alternadamente, um reprodutor Zebu e um da mesma raça do rebanho primitivo, com o objetivo de manter sempre um grau de sangue intermediário.
- intercorrente - consiste na introdução de um touro Zebu em um rebanho leiteiro de raça aperfeiçoada, mas somente durante uma geração, para lhe dar maior rusticidade, sendo ele substituído, em seguida, por outro touro da mesma raça do rebanho primitivo. É feito, dessa maneira, um “refrescamento”.

Ao fazer a escolha da raça que deseja explorar para a produção de leite, o criador deve levar em conta a origem da raça, as condições locais do terreno, o clima, as doenças que atacam os rebanhos na região, etc. Julgamos, ainda, que o melhor é o criador aproveitar a experiência dos vizinhos e os conselhos dos técnicos especializados.