

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

**A TEMÁTICA “AÇÚCARES” NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA
ORGÂNICA E BIOQUÍMICA POR INTERMÉDIO DE APLICATIVO
EDUCACIONAL**

MORGANA DE MORAES RODRIGUES

Porto Alegre, janeiro de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

MORGANA DE MORAES RODRIGUES

**A TEMÁTICA “AÇÚCARES” NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA
ORGÂNICA E BIOQUÍMICA POR INTERMÉDIO DE APLICATIVO
EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Rosane Michele Duarte Soares.

Porto Alegre, janeiro de 2022.

MORGANA DE MORAES RODRIGUES

**A TEMÁTICA “AÇÚCARES” NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA
ORGÂNICA E BIOQUÍMICA POR INTERMÉDIO DE APLICATIVO
EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química, sob orientação da Profa. Dra. Rosane Michele Duarte Soares.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rosane Michele Duarte Soares.
Orientadora

Profa. Dra. Andreia Modrzejewski Zucolotto
(IFRS)

Prof.º Dr. Maurícius Selvero Pazinato
(UFRGS)

Profa. Dra. Leandra Franciscato Campo
(UFRGS)

Porto Alegre, janeiro de 2022.

“[...] para mim, é impossível existir sem sonho. A vida na sua totalidade me ensinou
como grande lição que é impossível assumi-la sem risco.”
Paulo Freire

RESUMO

Esta pesquisa aborda a inserção do assunto açúcares como tema gerador para a problematização de especificidades da química orgânica e bioquímica no ensino médio. As abordagens possuem a EAN (educação alimentar e nutricional) como eixo norteador, sendo a metodologia de estudos de caso a ferramenta educacional. Para a inserção da temática em sala de aula promoveu-se o planejamento, construção e teste de um aplicativo educacional, o qual instiga os estudantes a solucionarem problemas que envolvem dilemas alimentares permeados por conceitos científicos. O aplicativo é compatível com smartphones que possuem sistema *Android*, está disponível na plataforma *play store* e possui acesso gratuito, sendo um dos objetivos a democratização de ferramentas digitais que facilitem a ressignificação do uso das tecnologias em sala de aula, tanto para alunos, quanto para os professores, apresentando uma interface atrativa e possibilitando um ensino e aprendizagem contextualizado. O teste efetuado neste estudo contou com uma pequena amostra de estudantes do primeiro ano do ensino médio, através da análise de conteúdo das falas dos estudantes foi possível perceber que houve significação na forma como o tema açúcares foi integrado no ensino e aprendizagem de química e bioquímica. A ferramenta educacional, com devidas adaptações, é passível de transposição ao nível superior, auxiliando os docentes a trabalharem conceitos de química em disciplinas básicas.

Palavras-chave: Açúcares; estudos de caso; aplicativo educacional.

ABSTRACT

This research approaches the insertion of the topic sugars as a generator theme for the problematization of organic Chemistry and Biochemistry's specificities in High School. The approaches have the FNE (Food and Nutrition Education) as a guiding axis, being the case study methodology the educational tool. For the insertion of the topic in the classroom, the planning, construction and testing of an educational application was promoted, which encourages students to solve problems that involve food dilemmas permeated by scientific concepts. The app is compatible with smartphones that have an Android system. It is available for free on the platform Play Store, one of the goals being the democratization of digital tools that facilitate the redefinition of the use of technologies in the classroom, both for students and for teachers, presenting an attractive interface and enabling contextualized teaching and learning. The test performed in this study had a small sample of first year High School students. Through the content analysis of the students' speeches, it was possible to notice how meaningful was the way that the sugar theme was integrated in the teaching and learning of Chemistry and Biochemistry. The educational tool, with the necessary adaptations, can be transferred to the University education, helping teachers to work with Chemistry concepts in basic subjects.

Key-words: Sugars; case study; educational app.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração esquemática do BPM.....	31
Figura 2: Representação dos dois estereoisômeros da D-glicose	36
Figura 3: Representação da hidrólise da sacarose em meio ácido.....	39
Figura 4: Recurso de acesso ao questionário.....	75
Figura 5: Cenários	75
Figura 6: Personagens SugarTown	76
Figura 7: Diálogos	76
Figura 8: Situação problema.....	76
Figura 9: Comparação entre respostas.....	77
Figura 10: Estudo de caso 1 – parte I	86
Figura 11: Estudo de caso 1 – parte II.....	87
Figura 12: Estudo de caso 2 - parte I.....	88
Figura 13: Estudo de caso 2 – parte II.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caracterização de carboidratos.....	44
Quadro 2: Reflexões do estudo de caso 1	90
Quadro 3: Reflexões do estudo de caso 2.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição corporal glicogênio	42
Tabela 2: Os mais frequentes açúcares de adição e ingredientes passíveis de contê-los de alimentos industrializados	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respostas da questão 2.....	82
Gráfico 2: Respostas da questão 3.....	82
Gráfico 3: Respostas da questão 4.....	83
Gráfico 4: Respostas da questão 6.....	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.2 Objetivo Geral.....	11
2.3 Objetivos Específicos	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 ANTROPOLOGIA DA ALIMENTAÇÃO: HÁBITOS, CRENÇAS, ASPECTOS SOCIOÓGICOS E PSICOLÓGICOS	12
3.2 PERSPECTIVAS HISTÓRICAS CULTURAIS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE ALIMENTOS	19
3.3 GERAÇÃO DO AÇÚCAR: DA MANUFATURA ATÉ A INDÚSTRIA	23
3.4 INFLUÊNCIAS MÍDIÁTICAS NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE HÁBITOS ALIMENTARES	28
3.5 CARBOIDRATOS: CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO	34
3.5.1 Monossacarídeos: Glicose e Frutose	36
3.5.2 Oligossacarídeos: Sacarose e Lactose	38
3.5.3 Polissacarídeos: Glicogênio, Amido e Celulose	40
3.5.4 Carboidratos Complexos e Carboidratos Simples.....	43
3.5.5 Açúcares de Adição.....	46
3.6 METABOLISMO DE AÇÚCARES: GLICOSE, FRUTOSE E OXIDAÇÃO NÃO ENZIMÁTICA	50
3.6.1 A ação dos Hormônios	51
3.6.2 Metabolismo da Glicose:.....	52
3.6.3 Metabolismo da Frutose	53
3.6.4 Metabolismo da Sacarose.....	55
3.6.5 Degradação não enzimática de Açúcares: Reação de Maillard.....	57
3.7 EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL (EAN)	59
3.7.1 Políticas públicas voltadas à educação alimentar no Brasil	59
3.7.2 Educação Alimentar e Nutricional nos espaços educacionais	62
3.7.3 Intervenções didáticas em prol de uma alimentação mais saudável	64
3.8 EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL E O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA	65
3.9 A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA MEDIANTE A EAN	68
3.10 FERRAMENTAS DIGITAIS E O ENSINO HÍBRIDO	71

4. METODOLOGIA DE PESQUISA	73
4.1 Cenário de Pesquisa	73
4.2 Produto Didático: Aplicativo “Sugar Town”	74
4.3 Classificação da Pesquisa	77
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
7. REFERÊNCIAS	94
8. APÊNDICES	102

1. INTRODUÇÃO

A educação alimentar e nutricional (EAN) é um assunto muito relevante, no entanto, pouco abordado dentro dos espaços escolares. Documentos que norteiam as práticas docentes no Brasil, como os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular preveem a presença da EAN na educação básica em todas as áreas do conhecimento. As ciências da natureza, mais especificamente a biologia e a química apresentam muitas possibilidades de inserção deste assunto, as quais vão desde contextualizações de conceitos específicos até a utilização da mesma como um tema gerador.

Neste contexto, a química orgânica e a bioquímica são áreas que facilmente se correlacionam com a natureza dos alimentos e o ato de alimentar-se, no que se refere a composição e metabolismo dos nutrientes e suas ações no organismo humano. Obviamente, a EAN não se restringe às questões orgânicas e fisiológicas do ser humano, existe uma vasta gama de conexões que podem ser problematizadas, este fato torna-a interdisciplinar e altamente contextualizada, facilitando a compreensão de conhecimentos científicos específicos abstratos.

Dentre as inúmeras temáticas relevantes que a EAN apresenta, esta pesquisa tem como enfoque problematizar a presença do excesso de alimentos que possuem elevadas quantidades de açúcares de adição na dieta contemporânea. Desta forma, conceitos de química orgânica e bioquímica, como: estrutura molecular de carboidratos, princípios de reações orgânicas e metabolismo do glicogênio foram ilustradas tendo como tema gerador a EAN. Trabalhar alimentação nesta perspectiva permite a aproximação de conceitos científicos, como: a natureza das cadeias carbônicas e seus comportamentos à realidade dos estudantes, uma vez que, a formação de hábitos alimentares e seus desdobramentos são atos rotineiros.

A metodologia de ensino: estudos de caso apresenta harmonia com a proposta de inserção da EAN na educação básica, mais especificamente no ensino médio, nas disciplinas de Biologia e Química, pois suscita situações cotidianas e investigativas. À vista disso, a proposta desta pesquisa foi a construção e compartilhamento de estudos de caso tendo como tema gerador a EAN, problematizando conceitos de química orgânica e bioquímica em um aplicativo educacional gratuito.

O referencial teórico deste trabalho foi construído tendo como base a interdisciplinaridade da EAN, portanto traz abordagens sociológicas, históricas

educacionais para além dos enfoques de química e biologia. São dez capítulos que expressam temas muito diversificados e ao mesmo tempo intimamente relacionados.

Por fim, há a apresentação do produto didático: aplicativo, intitulado “Sugar Town”, sua caracterização e relato de sua aplicação que auxiliou na construção de noções sobre sua repercussão no ambiente escolar.

2. OBJETIVOS

2.2 Objetivo Geral

Investigar sobre as potencialidades da utilização da temática “Açúcares” para a construção de conhecimentos em química orgânica, bem como, em bioquímica mediante a utilização da metodologia de estudos de caso disponibilizada em meios digitais.

2.3 Objetivos Específicos

Utilizar as TIC's no ensino e aprendizagem de química na educação básica por intermédio da construção de um aplicativo educativo para telefone celular (*smarthphone*).

Apresentar a metodologia de estudos de caso como alternativa para o ensino e aprendizagem dos conceitos de química orgânica.

Demonstrar a relevância da utilização da temática “açúcares” na problematização de conceitos químicos, bem como, discussões sobre EAN.

Indicar que os espaços de educação formal podem auxiliar na construção de bons hábitos alimentares através da problematização de conceitos de química orgânica e bioquímica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ANTROPOLOGIA DA ALIMENTAÇÃO: HÁBITOS, CRENÇAS, ASPECTOS SOCIOÓGICOS E PSICOLÓGICOS

Comer é uma ação corpórea, no entanto não é restrita a isto. O ato da alimentação é permeado por uma série de aspectos que transcendem a natureza física humana. Um alimento carrega uma história, o consumidor, por sua vez, denota ao mesmo um significado sociocultural, nesta teia de significações tem-se a construção de culturas alimentares.

Os hábitos alimentares dos seres humanos, bem como, a forma de produzir, transportar e consumir os alimentos são passíveis de complexas análises, as quais tangem a forma como o homem interage com o ambiente, consigo e com outrem, assim como descreve Mintz (2001) “O comportamento relativo à comida liga-se diretamente ao sentido de nós mesmos e à nossa identidade social” (MINTZ, 2001, p. 1).

Na perspectiva de que alimentação é um fenômeno muito mais complexo do que a mera ingestão de nutrientes pode-se compreender a sociologia da alimentação; ciência que analisa a forma como os sujeitos interagem com o alimento - em um ponto de vista bioantropológico.

Apesar de todo o entusiasmo que hoje envolve a abordagem da antropologia da alimentação, esta é uma temática relativamente recente que segundo Azevedo (2017) aflorou por volta dos anos 80. Especulações sobre essa análise tardia da complexidade da alimentação humana são dadas por Mintz (2001), o autor menciona que a comida era relacionada ao trabalho feminino, este, por sua vez, estava distante da Academia, a qual era frequentada pelo intelecto masculino, ainda afirma que a pesquisa sobre alimentação era de certa forma vulgarizada quando comprada a questões bélicas e religiosas.

O surgimento do mercado mundial de alimentos foi um grande impulsionador para as pesquisas na área, apesar da existência de um “câmbio alimentar” muito antigo, referente à época das grandes navegações, o avanço tecnológico proporcionou uma vasta mobilidade e vazão de alimentos em escala mundial. Desta forma, concomitante a um processo de transformação de hábitos e da própria cultura alimentar mundial, a qual está relacionada aos processos de industrialização e globalização, tem-se a crescente busca por entender os aspectos que envolvem estes fenômenos. Mintz (2001) comenta que essa permuta de peculiaridades alimentares está para além das experiências sensoriais, isso fica bem claro quando o mesmo traz o exemplo da famosa rede de *fast food* “McDonald’s”

a qual teve grande difusão pelo globo, não só pelos produtos que oferece, mas por todo contexto que gera “o produto que o McDonald’s vende e o que as pessoas compram não são necessariamente a mesma coisa, ainda que a empresa tenha sucesso financeiro” (MINTZ, 2001, p. 4).

O trecho faz referência às percepções que os indivíduos orientais possuíam sobre os restaurantes. Para estes o local – ambiente físico – em que ocorriam as refeições era muito mais significativo, por características como: limpeza, organização e entretenimento infantil, do que o próprio alimento servido. Pode-se inferir que o ato da alimentação também está relacionado a conformações psicossociais, uma vez que, o bem estar do indivíduo ao alimentar-se não se refere apenas a “qualidade” ou características sensoriais do alimento, desta forma, as circunstâncias que envolvem a ação também são relevantes e determinantes na experiencição.

A interlocução entre comida e modo de vida ocorre desde as sociedades mais primitivas, ainda no estudo de Mintz (2001) percebe-se que indígenas americanos tinham uma estrutura social baseada em suas áreas alimentares, mediante elas era possível compreender as funções dos indivíduos nos grupos (castas e gêneros), sua economia, avanços tecnológicos (métodos de lidar com as adversidades da natureza) e até mesmo características climáticas das regiões.

Os alimentos carregam uma história, uma identidade cultural e até mesmo religiosa. Muitas vezes o significado que eles possuem na atualidade são diferentes daqueles do passado, no entanto, apesar das modificações de significação eles permanecem vinculados a determinados locais e culturas.

Mas a comida também ‘fala’ de religião, de forma explícita ou velada, antiga ou atual. Mais especificamente – e retornando à Espanha - pode-se afirmar que lá, um dos pratos mais tradicionais, o *jamón con melón* (presunto com melão), e que constitui um dos símbolos culinários da Espanha, ‘fala’ de seu passado religioso (WOORTMANN, 2013 p. 12).

No exemplo descrito pela autora, o presunto de porco pendurado nos estabelecimentos espanhóis não só era exposto para demonstrar o produto aos clientes, essa tradição surgiu em meados do século XV, XVI e XVII, durante a inquisição espanhola. O comportamento descrito era considerado uma declaração de que aqueles que consumiam tal especiaria não eram Judeus e nem de origem Árabe, uma vez que, estes povos não consomem carne de porco, por considerá-la-á “suja” – tratando-se de outra crença alimentar religiosa e cultural.

As escolhas alimentares dos indivíduos estão intimamente conexas a sua caracterização socioeconômica. Mintz (2001, p. 8) comenta: “As comidas escolhidas pelas pessoas indicam uma padronização em nível mundial”. A afirmação refere-se ao fato de que existe uma tendência de comportamentos em indivíduos que pertencem a determinadas classes sociais, posto isso, as escolhas dos consumidores são impulsionadas por ideais e necessidades relativos a essa condição. Os fatores que proporcionam essa “padronização” são desde os mais óbvios como o consumo de alimentos compatíveis com a renda familiar até os mais complexos relacionados ao desejo subjetivo de aceitação ou pertencimento a grupos socioeconomicamente privilegiados.

Pode-se compreender melhor as ideias acima analisando o exemplo sobre a correlação entre a ascensão social e os produtos consumidos pelos indivíduos, dado pelo mesmo autor, o qual compara a modificação de consumo de alimentos na China, entre os anos 60 e 90.

Em dietas que incluem tubérculos e cereais, uma característica regular do aumento da renda é a diminuição do consumo de tubérculos e o aumento do consumo de cereais. Porém, se a renda continua a subir, o consumo de cereais atinge o máximo, e só decai quando é substituído pela proteína animal e por alimentos assados (MINTZ, 2001 p. 8).

Neste caso, o aumento da renda está diretamente relacionado ao aumento do consumo de proteínas, macro nutriente essencial para o organismo, que - de uma forma geral - está presente em alimentos de maior custo. Os tubérculos por sua vez, são característicos de dietas de grupos de baixa renda.

Conforme, Viana (2002) em meados dos anos 60 o consumo de açúcares (simples), proteínas e gorduras vegetais era traduzido como alto produto interno bruto per capita, ou seja, quanto mais rico fosse o indivíduo maior seria o consumo desses macronutrientes.

Para além da subsistência, o poder de compra de alimentos dos indivíduos é atrelado ao *status* social e à construção de uma imagem de pertencimento a determinados segmentos sociais, neste contexto, os *fast foods*, podem ser utilizados como exemplos de alimentos de fácil e rápido consumo permeados por ideologias,

De modo semelhante, outros dirão que as necessidades humanas são não só genericamente infinitas, mas que também crescem em escala, segundo suas definições. Diferentes fatores, entretanto, concorrem para isso. Entre eles, observa-se a imitação das pessoas socialmente privilegiadas, a identificação simbólica com o poder externo e a percepção de que não se pode ser moderno enquanto houver tempo suficiente para fazer o que se queira (MINTZ, 2001 p. 8).

O trecho acima faz alusão ao modo de vida da sociedade “pós-moderna”. Bauman (2001) nomeia essa sociedade como líquida, pois diferentemente dos sólidos, os líquidos possuem uma mobilidade muito acentuada, desta forma, uma sociedade líquida é desprovida de estabilidade, relações e hábitos concretos. Neste âmbito têm-se o incentivo da volatilidade, inconstância e descarte de coisas e pessoas. Essa visão também é transposta para os hábitos alimentares, o que acarreta em uma valorização dos alimentos de rápida produção e consumo, os *fast foods*.

Ainda sobre a sociedade líquida, os indivíduos, “ociosos” aqueles que não se encaixam no ritmo frenético da rotina pós-moderna, não são considerados pertencentes a esse sistema, conseqüentemente não possuem prosperidade na sua vida social. Mintz comenta que os países desenvolvidos possuem os hábitos alimentares dessa cultura líquida, ou seja, percebe-se um grande consumo de alimentos de fácil preparo e ingestão, porém pobres em nutrientes – destaca-se ainda que existe uma tendência de devoção da mesma cultura pelos países em desenvolvimento, como se esta estivesse relacionada com a ascensão social.

Assim, o quadro mundial relativo à comida espelha o quadro ambiental: as nações desenvolvidas dizem às nações pobres que não destruam o meio-ambiente, enquanto estas lutam por seu direito de ser tão displicentes como seus antigos senhores coloniais” (MINTZ, 2001 p. 8-9).

As relações alimentares nada mais são do que um reflexo do modo como os indivíduos se relacionam com o ambiente, aliás, elas são pertencentes ao mesmo. Os padrões comportamentais de uma sociedade tendem a se difundir por suas diversas dinâmicas de funcionamento, então o simples ato de alimentar-se não é neutro, é carregado de valores e costumes; cultura.

Hábitos são arraigados por concepções culturais, são extremamente intrincados e difíceis de serem desfeitos, os alimentares não são diferentes, “Hábitos que uma vez adquiridos só dificilmente se alterarão estão associados a um número crescente de doenças cujo tratamento implica a adoção de novos comportamentos no que se refere ao adulto e, especialmente, à criança (VIANA e ALMEIDA, 1998 apud VIANA, 2002, p. 611).

Portanto, a formação dos hábitos alimentares é de extrema importância para a qualidade de vida dos indivíduos, visto que, sua desconstrução é complexa, uma vez que, segundo, Viana (2002) compreende a conformações da psique do indivíduo, no que se refere às preferências sensoriais e associativas.

A constituição dos hábitos alimentares dos indivíduos ocorre nos primeiros anos de vida. Sabe-se que diversos fatores contribuem para essa formação: cultura do lugar que habita; mídias; relações com outras crianças e especialmente os exemplos dos pais e a educação oferecida pelos mesmos (VIANA et al., 2008).

Segundo, Viana (2008) existe uma tendência nata dos seres humanos em desenvolver uma preferência por alimentos ricos em açúcares e lipídios, no entanto, este não é um fator limitante para a constituição de hábitos alimentares saudáveis. O autor e seus colaboradores comentam que durante os primeiros anos de vida, a relação construída entre a criança e determinados tipos de alimentos ocorre de forma progressiva, portanto, quando a criança rejeita algum tipo de alimento, hortaliças e verduras - por exemplo - deve-se investir nas tentativas até que a mesma o inclua em seus hábitos.

Por uma questão de obviedade o mesmo ocorre com o consumo de alimentos ricos em açúcares e lipídios, se já existe uma predisposição a aderência dos mesmos, a disponibilidade deles na dieta os torna ainda mais valorizados pelas crianças.

Autores como (Beauchamp e Cowart, 1990 e Drewnowski et al.,1997) indicam que a exposição do organismo infantil ao sódio e ao açúcar na primeira infância determina a consolidação das preferências e hábitos dos adultos, logo crianças que consomem grandes quantidades destes nutrientes nas primeiras etapas da vida tendem a repetir e a consolidar esse comportamento quando adultas. Por isso, existe uma grande responsabilidade dos pais em regular e controlar a alimentação dos jovens, visto que, estes não possuem discernimento e consciência do que é adequado para sua saúde.

Não só a regulação e autoridade são determinantes na educação alimentar, mas também a postura dos pais frente às situações e momentos de nutrição.

Quando um alimento é consumido durante uma situação em que a criança interage positivamente com um adulto, ou quando é apresentado como se de uma recompensa se tratasse. Da mesma maneira, quando o consumo do alimento acontece numa situação de conflito então, naturalmente, ele transformar-se-á num alimento a rejeitar (VIANA et al., 2008, p. 4).

No ambiente familiar ocorrem as primeiras experiências alimentares do indivíduo, por isso, é de suma importância a forma como os pais significam os alimentos e aos rituais alimentares. Por exemplo, uma família que possui uma alimentação saudável e que considera importante a forma com ocorrem as refeições, tendem a formar jovens como comportamentos semelhantes; o contrário também ocorre.

Muitas vezes, ações banalizadas na rotina alimentar de crianças geram consequências inimagináveis no que se refere à associação de específicos alimentos a

certos sentimentos. O uso de contingências de reforço e sistemas de recompensa na hora de uma refeição elucidam tal contexto. Quando os pais oferecem algo em troca do consumo de um alimento - que a princípio a criança não tem afinidade (seja outro alimento, um objeto ou uma liberdade) a criança irá associar o primeiro a algo ruim (desgosto) e a sua recompensa como algo desejado, sendo ela a finalidade daquela refeição.

É necessário que os jovens entendam os “porquês” de consumir ou não específicos alimentos, por uma mediação pacífica e argumentativa. Quando há hostilidade na introdução de um novo alimento na dieta das crianças, na forma de obrigatoriedade, imposta por violência verbal ou física, a imagem que a criança irá construir deste será de repúdio, pois é uma tendência de defesa, “Da mesma maneira, quando o consumo do alimento acontece numa situação de conflito então, naturalmente, ele transformar-se-á num alimento a rejeitar” (VIANA et al., 2008, p. 4).

A educação alimentar efetiva deve levar em consideração a bagagem de vida das pessoas; compreender quais são as pulsões socioculturais e psicológicas envolvidas nos comportamentos alimentares.

No entanto, não devemos excluir a possibilidade de transformações das práticas alimentares. O desenvolvimento da criticidade intelectual é um meio para essa mudança. Assim, por intermédio de investimentos intelectuais, a sociedade “pós-moderna” - ou ao menos parte dela - percebeu que o grande consumo de açúcar e gordura acarretaria em um colapso social, por isso, têm-se, atualmente, um crescente investimento na cultura pela alimentação saudável (em países desenvolvidos) aqueles que detêm boa parte dos recursos financeiros e conseqüentemente produções intelectuais.

Verifica-se um paradoxo que consiste no seguinte: enquanto nos países ricos e industrializados se procura convencer, por razões de saúde, os cidadãos a consumirem mais cereais e fibras vegetais e menos gorduras, nos países em desenvolvimento a melhoria do rendimento per capita traduz-se no aumento do consumo de gorduras e açúcares (VIANA 2002 p. 2).

Dada a inflexibilidade da transformação de hábitos, apesar da tendência da adoção de uma alimentação mais saudável em países desenvolvidos, os países em desenvolvimento continuam atrelados ao consumo excessivo de gordura e açúcar como indicador de riqueza. Este fato está intimamente ligado à falta de conhecimento sobre a composição e metabolização dos alimentos, neste viés a educação é a chave para a solução desta problemática, seja a educação formal, não formal e informal.

Ao aprofundar a compreensão do comportamento de repúdio das crianças a específicos alimentos percebe-se que assim como existe uma predisposição natural ao

consumo de açúcares e lipídios, há uma inclinação à rejeição de alimentos azedos e amargos – esta trata-se de uma conduta evolutiva, visto que, muitas das substâncias tóxicas ao organismo humano possuem tais características (VIANA et al., 2008).

Essas conformações adaptativas alimentares da espécie humana, segundo Viana (2008, p. 6) podem ser entendidas mediante os conceitos de: “neofobia alimentar - recusa de alimentos novos, e a neofilia - atração pelos mesmos que encontramos entre as espécies omnívoras.”. Existe uma questão intrigante sobre estes conceitos, pois, segundo os mesmos autores, apesar de opostos são complementares, uma vez que, no campo do desconhecimento, os alimentos que podem ser considerados tóxicos - mediante análise de suas características organolépticas - também podem ser percebidos como potencialmente nutritivos.

A neofobia alimentar está atrelada não só a padrões evolutivos, mas também à amamentação. Segundo Gaiga (2014) a amamentação é de suma importância para evitar a neofobia, pois o leite materno é composto por uma série de nutrientes e gostos, os quais permitem uma familiarização do bebê com a diversidade de sabores. No mesmo estudo, fala-se sobre a indicação da importância da amamentação até, no mínimo, os seis meses, após essa faixa etária faz-se necessário a introdução cautelosa de novos alimentos. Gaiga (2014) ressalva que alimentos obesogênicos (ricos em açúcares e lipídios) devem ser fortemente evitados até os dois anos de idade, visto que, sua introdução precoce na dieta das crianças fortalece o desenvolvimento da neofobia alimentar.

Quando os indivíduos atingem um maior desenvolvimento cognitivo os hábitos alimentares tornam-se ainda mais substanciais. Na adolescência, conforme Viana et al., (2008) existe um discernimento sobre os alimentos que são saudáveis e os que não são. Os primeiros são correlacionados às refeições familiares e o segundo aos momentos de descontração como amigos e afinidades, por isso, os “*junk foods*” possuem um teor de liberdade e divertimento, ao mesmo tempo em que são conscientemente considerados prejudiciais à saúde.

Outro aspecto relevante, destacado pelo mesmo estudo, é o fato de que os adolescentes apresentam grande preocupação com sua imagem corporal, no que se refere a seguir padrões e estereótipos. Neste contexto, as mídias são grandes influenciadoras na disseminação de padrões estéticos, sendo os adolescentes – principalmente meninas - vítimas em potencial. Como consequência da interferência midiática, e não só desta, mas também de pressões dos grupos sociais nos quais os adolescentes se inserem, tem-se o desenvolvimento de comportamentos e distúrbios alimentares prejudiciais, como: dietas

restritivas; uso de drogas para controle de ansiedade; exercícios físicos excessivos; bulimia; etc.

Mediante a análise do estudo de Viera et al. (2008) percebe-se que na adolescência as pulsões socioculturais exercem uma influência ainda maior, não que isso não ocorra com as crianças ou adultos, no entanto, nesta fase da vida o indivíduo necessita de aprovação social, por isso, acaba cedendo mais a influências externas.

3.2 PERSPECTIVAS HISTÓRICAS CULTURAIS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE ALIMENTOS

A alimentação é inerente à natureza humana. Biologicamente, não há vida sem energia, não existe produção de energia sem nutrientes, os quais são provenientes dos alimentos. Nesta perspectiva, Carneiro e Meneses (2005) afirmam que o enfoque biológico e químico de estudo e compreensão sobre a natureza dos alimentos é o mais consolidado, uma vez que, faz-se necessário ter conhecimento das dinâmicas que envolvem a viabilidade da vida.

Registros arqueológicos permitiram descobrir hábitos alimentares do homem desde os primórdios de sua existência. No paleolítico inferior, a alimentação dos Neanderthals e Heidelbergers continha principalmente carne proveniente de caça. Ainda neste período há relatos de utilização do fogo para cozimento dos alimentos (CASCUDO, 2011).

Na Idade do Fogo, percebeu-se que a alimentação passou a ser predominantemente composta por vegetais, nesta época já existia a prática da agricultura de subsistência. No entanto, segundo Cascudo (2011) não existe nenhum registro paleontológico que permita afirmar a existência de uma alimentação humana exclusivamente vegetariana. A renúncia a alimentos constituídos por carne ocorria, por exemplo, em rituais religiosos, como na Grécia antiga – neste período, banquetes compostos apenas por queijos, cereais e frutos eram oferecidos a entidades míticas.

Um aspecto curioso ressaltado na obra de Cascudo (2011) se refere à preferência observada pelo cozimento da carne ingerida, pois mediante a disponibilidade de fogo, o ser humano opta por cozinhar a proteína antes de consumi-la; só não tem este comportamento quando condições ambientais ou necessidades fisiológicas não permitem. Exemplificando, tem-se o caso dos Esquimós, estes povos possuem o costume de ingerir carne crua – visto há uma melhor preservação nutricional, pois necessitam de grande

demanda energética, uma vez que, vivem a temperaturas muito baixas e seus corpos consomem muita energia para manterem-se aquecidos.

Na idade dos metais houve maior expansão na agricultura e, por conseguinte na dieta dos indivíduos. São muitas as revoluções e transformações que a alimentação sofreu ao longo da derivação humana, no entanto, o mais importante a ser ressaltado é que ela não é algo padronizado, mas inerente à localização geográfica e influência cultural dos povos, portanto, Cascudo (2011), afirma que o homem não é mais onívoro desde o fim da pré-história, pois conforme suas capacidades intelectuais foram sendo desenvolvidas, este passou a assumir hábitos/comportamentos plurais.

O autor ainda afirma que tabus religiosos se desenvolveram nos costumes, sendo estes dificilmente mutáveis. Desta forma, boa parte das limitações da dieta do homem contemporâneo não se refere a restrições fisiológicas, mas a fatores espirituais e existenciais.

A história da constituição dos hábitos alimentares dos povos é singular e ao mesmo tempo contraditória, pois, muitos dos símbolos da culinária de determinados países não possuem sua origem no mesmo, todavia, foram englobados em algum momento de permuta cultural. Cascudo (2011) traz que a cevada utilizada na produção de pães e cervejas tem seu registro mais antigo interligado aos Egípcios (2500 – 1800 a.C.), no entanto, seu uso foi largamente difundido e vinculado a povos europeus como os Alemães.

Os pães, por sua vez, são alimentos extremamente simbólicos, desde a antiguidade até o século XXI, eles fazem parte da rotina de vários e distintos povos. Constituíram-se como símbolo de sobrevivência de muitas culturas, conforme Cascudo (2011) a menção dos mesmos em escritas religiosas como na bíblia: “Eu sou o pão da vida” – Jesus Cristo (João, VI, 35) e em ditos populares: “Ganhar o pão de cada dia” são marcos da relevância deste alimento para os povos.

Outra iguaria muito apreciada desde a antiguidade é o leite, tanto os ocidentais quanto os orientais o consomem. Obviamente, existem algumas exceções, como os budistas, que por questões religiosas não o consomem e Chineses por aspectos de “gosto” não o incluem em suas dietas.

O leite vem sendo empregado na constituição de muitos pratos e na produção de muitos derivados (manteigas, queijos, coalhadas, mingaus, etc.). Segundo Cascudo (2011), a produção destes derivados só foi possível após a estabilidade da pecuária – com

o controle da produção de leite. Os queijos e outros derivados foram relacionados às atividades femininas.

Os vegetais também são de grande destaque na alimentação humana, pode-se inferir dos estudos de Cascudo (2011) que boa parte da alimentação de tribos indígenas americanas tinha como base os vegetais, visto que, a carne, oriunda da caça, não era garantia em todas as refeições.

Durante a antiguidade grega e romana houve a construção de um grande acervo de conhecimentos a respeito dos processos de assimilação alimentar no corpo humano, bem como, ocorreu a exploração e registro de muitos espécimes vegetais. Constatou-se que uma vasta literatura médica foi construída a partir do estudo do metabolismo dos alimentos, dentre estudiosos envolvidos, estão grandes nomes como: Hipócrates, Galeno e Oríbase. Os primeiros registros de pesquisas sobre alimentos, portanto, tiveram um enfoque medicinal (CARNEIRO E MENESES, 2005).

Além dos conhecimentos do campo da medicina, a botânica e a zoologia trouxeram um grande suporte para a construção de conceitos fundamentais para a área. Segundo Carneiro e Meneses (2005) na época do Renascimento, estudos como: “A História Natural” de Caio Plínio Segundo (naturalista romano) e a “História das Plantas” de Teofrasto (filósofo da Grécia Antiga) auxiliaram a conceber aspectos de aplicação econômica, medicinal e tecnológica das plantas. Por volta do século XVI os estudiosos de plantas eram chamando de “herbários” – geralmente associados à medicina – estes indivíduos foram muito relevantes para a formação de dados a respeito das plantas alimentícias.

Por volta do século XIX desenvolveram-se as ciências modernas relacionadas à nutrição – desta vez, de uma forma interdisciplinar, envolvendo especificidades: agrônomas, biológicas, químicas, bioquímicas, medicinais, dentre outras. No entanto, foi apenas entorno dos anos 80 que estudos relacionados às ciências humanas englobavam a nutrição. Em, 1983 Scrimshaw, publicou um artigo que abordava a expressividade de historiadores compreenderem os conhecimentos nutricionais. A partir de então, ainda nos anos 80 e 90 a Antropologia e Psicofisiologia da alimentação surgiram e se difundiram (CARNEIRO e MENESES, 2005).

A disposição em utilizar e compreender as plantas é presente desde os primórdios da civilização, independentemente do nível e forma de organização das sociedades. Nos povos indígenas das Américas, por exemplo, as plantas eram utilizadas em diversas aplicações – produção de bebidas, alimentação, rituais religiosos e na medicina, a título

de exemplo, registros revelam que tribos pré-colombianas do Peru utilizam o feijão como oferenda para suas múmias (CASCUDO, 2011).

Durante o período de colonização das Américas, houve uma grande permuta de espécimes (vegetais e animais) entre povos de diferentes continentes, mesmo que forçado e desequilibrado. Exemplos da Europa e da África adaptaram-se ao clima brasileiro e muitas variedades brasileiras foram levadas para estudo e cultivo na Europa.

O Cacau (*Theobroma cacao*), por exemplo, planta de origem Americana, encontrada pelos europeus na floresta Amazônica, era utilizado em refeições de tribos indígenas brasileiras para acompanhar outros alimentos, já para tribos do México, a planta tinha valorização superior, pois além do consumo do fruto, suas sementes foram transformadas em moeda de troca. O grande Botânico, Zoólogo e Médico, Sueco, Carl Nilsson Linnaeus foi responsável pelo estudo e catalogação desta planta, assim como, de grande parte dos vegetais hoje conhecidos (CASCUDO, 2011).

Pode-se citar uma infinidade de vegetais que se constituíram como integrantes da alimentação brasileira, ao longo da história, sendo eles oriundos do continente ou exóticos. São diversas, também, as formas de obtenção dos mesmos, que podem ser desde a simples extração até o cultivo e desenvolvimento da agricultura.

Os processos que antecedem o consumo dos alimentos também estão relacionados à cultura alimentar. O cultivo, a criação, a produção e/ou industrialização e o transporte dos alimentos caracterizam as sociedades em seus múltiplos âmbitos.

A constituição de grandes nações está interligada à busca e desenvolvimento de espécimes. Como mencionado nas obras de Cascudo (2011) e Schwartz (1988) muitas das conquistas de territórios; expedições ou grandes navegações; exploração de outros povos (processos escravagistas) foram ocasionados pela busca de novas iguarias alimentares:

Na história da expansão das navegações modernas, que levaram à própria descoberta da América, a busca das especiarias como alimentos de luxo ou, mais tarde, das bebidas quentes, como café, chocolate e chá, foi o mais importante dos fluxos comerciais (CARNEIRO, 2005 p. 72).

A formação dos fluxos comerciais e permutas culturais são vinculadas aos alimentos, pois muitas das tecnologias e métodos de interação criados pelas sociedades, como: as grandes navegações, o escambo e as moedas de troca objetivavam a obtenção destes.

Os processos de comercialização de alimentos antecedem a Idade Moderna, pois há registros de um mercado bem desenvolvido entre povos do Extremo Oriente, Gregos e Romanos - incluindo plantas comestíveis e óleos essenciais - por volta de 1000 a.C. (ABREU et al., 2001 p. 5).

Durante a idade das trevas (Idade Média), salienta Abreu et al. (2001) houve estagnação e até mesmo retrocesso nas práticas agrícolas e pecuárias no continente Europeu. Apesar das restrições impostas pela sociedade da época, esse período foi relevante devido à introdução de vegetais no continente realizada pelos Árabes por volta do século VII. Na Espanha, invasores sarracenos levaram o arroz, frutos exóticos, condimentos e a cana-de-açúcar (GARCIA, 1995; ORNELLAS, 1978; SAVARIN, 1995).

O comércio de alimentos voltou a se estabilizar na Europa por volta do século XII, obtendo grande ascensão e desenvolvimento na Idade Moderna. As grandes navegações foram impulsionadas pelo desejo competitivo de buscar novas especiarias, estabelecido, principalmente, entre Portugal, Espanha e Veneza (XV e XVII):

Essas viagens foram de grande importância para a descoberta de novos alimentos e especiarias, além de expressar o domínio econômico dos países que realizavam. Durante a história, o poder econômico e o monopólio do comércio passou por vários povos e nessas conquistas e descobertas houve um intercâmbio de cultura, hábitos, culinária e conhecimentos (ABREU et al., 2001 p. 5).

Neste cenário é nítido perceber o quanto os alimentos são influentes na constituição da economia mundial e na formação das relações sociais. Mediante a busca por novos paladares os povos foram impulsionados a construir novas tecnologias – ferramentas de busca e conquista de espaços – e a estabelecer dinâmicas sociais de interação com outras culturas, sejam elas amigáveis ou hostis.

3.3 GERAÇÃO DO AÇÚCAR: DA MANUFATURA ATÉ A INDÚSTRIA

A cana-de-açúcar constitui-se como um espécime de muita influência socioeconômica na Idade Moderna (XV à XVIII). Os portugueses, durante cerca de três séculos, obtiveram a hegemonia na produção do mercado mundial do açúcar, estabelecendo grandes engenhos, predominantemente na Ilha da Madeira e no Brasil – principalmente no Nordeste da colônia (GODOY, 2007).

Segundo Godoy (2007), o êxito da produção e exportação de açúcar no Brasil Colônia advém de três fatores: I) Domínio prévio das técnicas de produção do açúcar; II).

Os contatos comerciais que os portugueses já haviam consolidado, uma vez que, a produção de açúcar na Europa iniciou-se, por volta do século XI - introduzida no continente pelos Árabes no período que remete as Cruzadas; III) Os Lusitanos possuíam créditos valiosos junto a importantes centros financeiros. Estes aspectos culminaram em uma produção em larga escala, exploração de extensas áreas fundiárias litorâneas e a agregação de um grande contingente de mão de obra escravagista.

A era da cana-de-açúcar assumiu um caráter de periodização, o qual foi composto por momentos de ascensão e decadência. Conforme, Godoy (2007) entre as décadas de 1550-1650 fatores como a permissão de mão-de-obra indígena e a flexibilização de tributos, favoreceram a rápida implantação e desenvolvimentos das culturas. No entanto, entre 1650 a 1690 houve um desequilíbrio no setor açucareiro brasileiro, causado, dentre outros motivos, pela crise econômica mundial, a concorrência da produção das Antilhas - a qual elevou o preço dos escravos e ampliou a oferta de açúcar no mercado mundial e, por fim, a crise do Império português que influenciou negativamente na administração da Colônia.

As oito décadas posteriores à crise retrataram a estagnação do setor açucareiro brasileiro. Houve encarecimento da produção devido ao desvio do contingente da mão-de-obra e de itens de abastecimento para o crescente ramo da mineração, ocasionando uma ciclagem instável de preços ao produto (GODOY, 2007).

Todavia, a partir de 1770, houve segundo Godoy (2007) o “renascimento agrícola” representado pelo aumento nos preços do açúcar, desenvolvimento dos engenhos e ampliação da produção.

Os preços dos escravos declinaram, acompanhando o aprofundamento da crise da mineração e a desorganização da produção antilhana. Os espaços canavieiros do Rio de Janeiro e de São Paulo expandiram consideravelmente o número de unidades produtivas e o volume da produção” (GODOY, 2007, p. 13).

Por cerca de 350 anos, de acordo com Godoy (2007) os processos de obtenção do açúcar permaneceram constantes. Houve atualizações no decorrer do tempo que promoveram ganhos de produtividade, redução de trabalho, qualificação do produto final, dentre outras vantagens, porém, as etapas estruturantes da produção não sofreram transformações.

Intui-se de Godoy (2007) que até o século XIX a manufatura açucareira era muito empírica e dependente de um ser figurativo que possuía habilidades subjetivas – o mestre-do-açúcar.

A capacidade produtiva dos engenhos estava diretamente relacionada ao seu tamanho e ao grau de dependência de fontes externas (matéria prima, combustível, mão de obra, financiamento, etc.). Uma questão importante evidenciada por Godoy (2007) é que o setor canavieiro fomentou o estabelecimento da pecuária sertaneja e da agricultura do tabaco, visto que, eram unidades subsidiárias ao mesmo.

No Brasil, o trabalho nos engenhos açucareiros, até o início do século XVII, foi predominante composto por mão de obra indígena. Somente no final do primeiro quartel do mesmo século que houve uma permuta para a mão de obra africana. (Godoy, 2007). Segundo, Godoy (2007) os escravos africanos eram mais resistentes às doenças, não possuíam objeções culturais divergentes a realização das atividades e detinham aptidões úteis para o trabalho nos engenhos. Obviamente, o sistema de trabalho escravista cruel e altamente exploratório tornou-se um dos principais fatores de sucesso dos engenhos canavieiros.

Como é descrito pelo autor referido, o sistema de produção de açúcar era setorizado. Os escravos assumiam a posição de mão-de-obra não especializada, enquanto trabalhadores brancos livres ocupavam cargos de supervisão e coordenação (controle de repressão e feitorização).

Os processos de fabricação do açúcar consistiam, basicamente, segundo Schwartz, 1988 em:

- I) Limpeza e preparação da cana.
- II) Moagem.
- III) Armazenamento do caldo no “parol” - uma espécie de reservatório que utilizava a força da gravidade para transportar o subproduto.
- IV) Cozimento – etapa mais complexa da produção que abrange: Limpeza do caldo Cru, evaporação do caldo limpo, purificação do caldo evaporado, cozimento do caldo purificado, produção de Xarope para a cristalização do açúcar, batedura da massa e enchimento de formas.
- V) Purga: Etapa que consistia em separar os cristais formados do “mel”, a qual ocorria quando a massa era colocada em recipientes de argila em formatos cônicos, possibilitando o escoamento do mel. Este processo necessitava de cuidados com a umidade do sistema, que era mantida mediante a adição de camadas de barro ou estrume. Após a massa era posta em formas.
- VI) Secagem, retirada das formas e quebra em torrões.
- VII) Pesagem, classificação, encaixamento e distribuição.

No final do século XIX a manufatura tradicional do açúcar baseada nos sistemas de engenhos sofreu grandes alterações. A renovação dos processos de produção do açúcar mediante os engenhos centrais e a criação das primeiras usinas de açúcar culminou na origem da grande indústria do açúcar (GODOY, 2007).

Até século XVIII o açúcar produzido mediante a cana era caracteristicamente um gênero agrícola e possuía soberania no comércio mundial. No entanto, com o advento das inovações tecnológicas provenientes da Primeira Revolução Industrial o produto tornou-se tipicamente industrial. Basicamente, pode-se diferenciar o açúcar industrial do agrícola pela presença de processos de centrifugação nas unidades promotoras, os quais tornaram mais eficiente o processo de separação de cristais e mel (RAMOS, 2001; CARVALHO, 2006).

Concomitantemente à eclosão dos processos industriais, surgiu no mercado mundial, o açúcar de beterraba, o qual teve sua produção incentivada por Napoleão Bonaparte devido ao bloqueio continental imposto aos ingleses. O cultivo da beterraba possibilitou a fabricação de açúcar em regiões de clima temperado, uma vez que o vegetal é mais resistente a baixas temperaturas do que a cana-de-açúcar. Durante o período de 1852 e 1853 o açúcar de beterraba assumiu os holofotes do mercado mundial, compondo cerca de 63% da produção mundial. Todavia, ao longo do século XX o quadro foi revertido a favor do açúcar proveniente da cana (RAMOS, 2001; CARVALHO, 2006).

No final do século XIX e início do século XX, de acordo com Ramos (2001), alguns acordos foram estabelecidos entre países europeus para reduzir impostos entre os pares, procurando a interrupção dos estímulos à produção e a exportação de açúcar, a “Convenção de Bruxelas” realizada em 1902 entre países como: Alemanha, Áustria/Hungria, Itália, Espanha e Noruega, foi uma dessas associações.

Um dos objetivos dos acordos internacionais era o fomento à popularização do consumo mundial do açúcar. Observou-se que em 4 anos entre 1888 à 1902 houve uma elevação de 4 milhões de toneladas do consumo de açúcar e nos períodos de 1902 à 1914 o crescimento foi de 8 milhões (RAMOS, 2001).

Pode-se afirmar, enfim, que as políticas açucareiras estão entre as mais antigas políticas setoriais implementadas pelas nações desenvolvidas, dada a importância do açúcar para o consumo humano e como de um complexo de atividades urbanas e rurais (RAMOS, 2001 p. 28).

A agroindústria açucareira também acompanhou o desenvolvimento da biotecnologia, de acordo com Ramos (2001) a Holanda (Java) no século XX destacou-se

mundialmente pelo investimento no melhoramento genético da cana, fato que a manteve na liderança da produção por tempo relevante.

Dentre as décadas de 30 a 60 o mercado do açúcar sofreu muitas oscilações, a segunda guerra mundial, por exemplo, propiciou uma queda na produção global, no entanto, o cenário pós-guerra e até mesmo o da Guerra Fria se caracterizou pelo desenvolvimento e da propagação da indústria açucareira.

Países que anteriormente eram importadores tornaram-se produtores com excedentes para exportação, como é o caso dos EUA, os quais tinham as áreas insulares (Havaí, Porto Rico, Filipinas e Ilhas Virgens) e Cuba como fontes de importação somando 53,3% do abastecimento, esse quadro foi revertido em 1932, neste período apenas 0,4% do açúcar era proveniente de exportação, sendo o restante produzido no próprio país (RAMOS, 2001).

Muitas tentativas de estabelecer e manter acordos globalizados que permitissem a regulamentação das políticas de impostos sobre a importação e a exportação do açúcar foram frustradas. Dentre elas pode-se citar: O Acordo Internacional do Açúcar e O Conselho Internacional do Açúcar (o último foi adicionado à ONU na esfera da Comissão Provisória de Coordenação dos Acordos de Produtos de Base) ocorrido em 1937 - os quais buscavam a expansão do consumo do produto, bem como, a inserção de um regime de contingenciamento da produção apoiado em sistemas de “quotas de exportação” que poderiam ser ajustadas conforme as possibilidades de adesão dos países importadores. As ideias do sistema de quotas foram construídas mediante os pensamentos definidos pelo economista norte-americano O. W. Willcox (Ramos, 2001).

É inquestionável que, seja pela existência dos mercados preferenciais, seja pelo fracasso dos acordos, os países – principalmente os desenvolvidos – jamais permitiram que o abastecimento de açúcar em suas fronteiras ficasse excessivamente dependente de “ofertas livres” (RAMOS, 2001 p. 31).

Segundo Ramos (2001) os fracassos dos acordos mundiais eram previstos, não existia uma neutralidade no mercado açucareiro, pois os países desenvolvidos sempre atuaram mediante uma política de protecionismo, ou seja, em defesa de seus mercados e investimentos na produção de açúcar, sendo estes atuantes dentro ou fora de suas fronteiras.

Ao longo da história o açúcar vem influenciando a vida das sociedades de formas diferentes, desde os primeiros registros de sua utilização, por povos indianos e persas até as sociedades contemporâneas, este artigo tornou-se cada vez mais popular no cotidiano.

Inicialmente, a especiaria “doce” vinda do oriente era exclusiva a reis e nobres europeus, após, foi utilizado na produção de fármacos como xaropes, posteriormente transformou-se em condimento apreciado pela elite e burguesia europeia, para por fim, tornar-se um “alimento” altamente consumido pela população mundial.

Este artigo alimentar tomou dimensões copiosas nas sociedades orientais e ocidentais, influenciando a vida dos indivíduos em diversos aspectos, sejam eles econômicos políticos ou ecológicos. De forma geral, estas intervenções são arraigadas por interesses de certos grupos sociais e acarretam disposições relevantes na estruturação do modo de vida da coletividade.

3.4 INFLUÊNCIAS MUDIÁTICAS NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE HÁBITOS ALIMENTARES

Os comportamentos alimentares, como fora discutido no tópico anterior, são construídos a partir de uma série de determinantes que vão desde fatores externos, como a cultura em que o indivíduo está inserido, até aspectos intrínsecos, no que se refere às pulsões e desejos pessoais.

Em um contexto de pós-modernidade, em que há grande fluidez e disseminação de informações pelos meios de comunicação, sejam eles mais tradicionais como: rádio e televisão ou mais modernos: internet e redes sociais, percebe-se que o *marketing* – principalmente a publicidade e propaganda – possui poder sobre as decisões dos consumidores, assim como é ressaltado por Benatto (2018).

Os seres humanos possuem uma natureza social, a qual é transposta para as mídias, desta forma, as redes sociais, são extensões virtuais do modo de vida dos indivíduos. Devido à facilidade e mobilidade do compartilhamento de informações e interações, estas ferramentas acentuam os comportamentos sociais, tornando a comunicação multilateral (SMITH, 2014). Neste contexto, surge a definição de “Cibridismo” “é a projeção de elementos virtuais no mundo real, de forma que é possível habitar dois mundos simultaneamente” (SMITH, 2014, p. 2).

Há uma quebra entre as fronteiras do mundo real e virtual, sendo espaço e tempo comprimidos, possibilitando um mundo de possibilidades aos usuários. Na atualidade, os maiores influentes nos comportamentos de consumo, são os próprios consumidores, os quais se constituíram como propagadores de marcas e produtos. Exemplos deste fenômeno são facilmente percebidos em blogs, *youtube* e no *Instagram*, plataformas

utilizadas pelos intitulados *influencers* para a divulgação de objetos de consumo (SMITH, 2014).

Alvin Tofler define esses atores sociais como *prosumers* – indivíduos que consomem o que eles mesmos produzem – conceito que elimina a bilateralidade antes existente entre as mídias de comunicação e os consumidores, a teoria do autor já foi cunhada há no mínimo seis anos, no entanto, é aplicável à realidade atual.

Esse universo de possibilidades culminou na constituição de um consumidor mais crítico e mais atento às ofertas de produtos, sendo a internet muito influente na reflexão acerca do consumo, seja na busca de informações técnicas ou opinião de outros consumidores. No âmbito da alimentação, também, pode-se perceber tal influência, Smith (2014) indica que fotos utilizando a *tag* (ou *hashtag*) “*food*” (comida) em 2014 chegaram ao número de 85 milhões, “Isto demonstra a importância que o ato de se alimentar tem para a construção cultural e social da identidade do indivíduo na web” (SMITH, 2014, p. 6).

Estudos realizados por Poulain e Proença (2003) indicam a alimentação como primeira aprendizagem social do ser humano, portanto, desde a primeira infância as escolhas alimentares são realizadas, sendo fruto de interações sociais. Segundo Neto e Melo (2013) as crianças - partir da faixa etária de 10 anos - são consumidoras com algum grau de consciência e exigência, no entanto ainda há falta ou pouca autonomia, uma vez que, segundo Silva (2016, p. 23) “ autonomia pressupõe informação e ausência de influências indevidas, e também que o processo de construção da autonomia requer redução das vulnerabilidades, o que, no caso de crianças e adolescentes, trata-se de vulnerabilidade intrínseca à fase da vida”.

Esta vulnerabilidade na autonomia é percebida pela indústria alimentícia a qual apela a recursos sensoriais para conquistar este público que assume gradualmente mais espaço no poder de compra das famílias, conforme Bauman (2001).

Estas influências nem sempre são no sentido de promover um alimento com qualidade nutricional, destaca Hawkes (2006) *apud* Neto e Melo (2013) que os recursos de *marketing* culminam na estimulação do consumo excessivo e inadequado em termos de caracterização nutricional:

Em geral, tal padrão nutricional é mantido, de modo que a maioria dos alimentos veiculados em propagandas televisivas é de alta densidade energética, ricos em sódio, gorduras e açúcares, e pobres em fibras alimentares e carboidratos complexos (PONTES et al., 2009, p. 101).

Para conquistar o público a publicidade utiliza artimanhas que intervêm no inconsciente dos indivíduos, quando o alvo são as crianças, o *marketing* apela para especificidades que induzem o desejo de consumo. Dentre os recursos utilizados pelas mídias estão: o *design* das embalagens – com seus letreiros de marcas legíveis e identificáveis e coloração com intencionalidade.

Em geral, a cor relaciona-se, sobretudo, com a característica do produto. Assim, ela segue determinados padrões que, normalmente, são usados por *designers* de embalagens. As cores quentes, como o vermelho e amarelo, são aplicadas preferencialmente em embalagens de alimentos, bebidas e redes de *fast-food*, uma vez que estimulam o sistema nervoso central, abrem o apetite, instigam uma sensação de bem-estar e alegria, destacam-se visualmente e são as mais rapidamente identificadas (PONTES et al., 2009, p. 101).

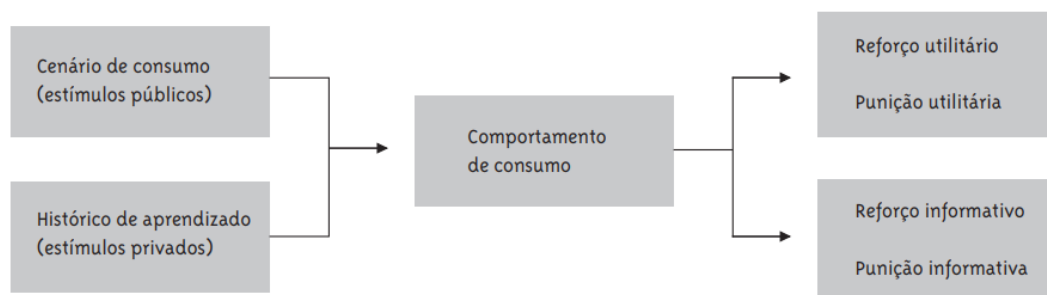
Aspectos com o tamanho, textura e praticidade das embalagens também são considerados relevantes, uma vez que, o acelerado ritmo de vida dos indivíduos exige adaptações ao tempo e espaço, um exemplo são as embalagens de bebidas como sucos, as quais são feitas em doses ideais para serem transportadas por alunos em suas mochilas e lancheiras.

Outro fator apelativo da indústria de alimentos é a utilização de personagens infantis e figuras queridas pelos jovens para a promoção de produtos alimentícios, o documentário “Muito Além do Peso” da cineasta Estela Renner trata desta e de outras questões referentes ao consumo inadequado de alimentos industrializados, demonstrando o quanto a publicidade interfere na decisão alimentar destes indivíduos.

Há, sobretudo, formas de compreender o funcionamento do raciocínio e ação dos consumidores, antes, durante e após a aquisição de bens. Uma forma encontrada pelo mercado capitalista para nortear suas inclinações é a teoria BPM (*Behavioral Perspective Model*), definida por Foxall (2010) e baseada no paradigma da tríplice contingência de Skinner. A BPM indica que as atividades de consumo funcionam de acordo com uma dinâmica de contingências de reforço, ou seja, como destaca Neto e Melo (2013) “Estímulos discriminativos podem ser diversos, como cores, marca, cheiro, *slogan*, cenário, ou mesmo memórias resgatadas de compras anteriores (histórico de aprendizado).” Estes estímulos culminam em consequências diversas – respostas – as quais podem ser: reforço utilitário; reforço informativo; punição utilitária; e punição informativa; sendo as punições opostas à continuidade do consumo.

A teoria BPM pressupõe uma estruturação do comportamento do consumidor, levando em consideração fatores externos e internos, como é exemplificado no esquema abaixo.

Figura 1: Ilustração esquemática do BPM



Fonte: Neto e Melo (2013)

O cenário de consumo é formado pelas influências externas, como: promoção, embalagem, cultura, local de venda, etc. O Histórico de aprendizado, por sua vez, refere-se às influências internas dos indivíduos – gosto pessoal, estado emocional, clima e percepções dos produtos a partir de propagandas.

O reforço utilitário é caracterizado mediante a interação do consumidor com o produto por intermédio de aspectos sensoriais, como: fome, estado de saúde, utilização, sabor, qualidade, etc. Já o reforço informativo está atrelado à constituição do meio – classe social, religião, família, etc.

As punições, por sua vez, são formadas por aspectos negativos que irão afastar e interferir negativamente no consumo pode-se destacar: preço inacessível ao consumidor, quantidade, cor, consistência, validade, etc.

Este é um dos modelos utilizados para compreender como funciona o comportamento dos consumidores. Mediante análise é possível verificar sua complexidade, assim como, quais são os fatores mais influentes no consumo.

A publicidade está presente tanto nos fatores externos – embalagens – assim como nos fatores internos, com a influência das propagandas, o que indica sua relevância. Tratando-se especificamente de embalagens, Della Lucia e colaboradores (2007) *apud* Neto e Melo (2013) indicam que a embalagem é o primeiro contato dos consumidores com os produtos, tornando-se de suma importância para a definição das escolhas de compra. A constituição das embalagens, portanto, devem ir ao encontro com as necessidades e desejos dos consumidores, desta forma, a apresentação de formatos, cores, texturas de informações são influentes nas ações dos mesmos.

Um estudo realizado por Neto e Melo (2013) analisou de forma quantitativa (questionários) e qualitativa (grupo focal) quais são os fatores que mais influenciam os comportamentos de consumo de crianças entre 10 a 12 anos. A amostra foi de 175 sujeitos que indicaram como fatores mais determinantes no consumo a qualidade, validade e valor nutricional dos alimentos.

No que se refere ao quesito qualidade, os autores, assumem a complexidade e individualidade da constituição de significado para este termo, ou seja, um alimento de qualidade para uma criança pode não ser classificado assim na perspectiva de outra. Desta forma, é possível inferir que a construção de sentido para “qualidade” está interligada a formação sociocultural e psicológica dos indivíduos.

A estrutura social possui dimensões importantes como a natureza das relações interpessoais (família, convívio doméstico, local de trabalho e eventos especiais), os papéis e os significados sociais. Finalmente, o contexto alimentar limita-se ao ambiente físico, condição social do local, fatores do fornecimento de alimentos (tipos, fontes e disponibilidade de alimentos no sistema alimentar, incluindo fatores sazonais e de mercado). Esta última influência está diretamente relacionada à estrutura social, a qual provê um ambiente para a escolha alimentar, que define comportamentos específicos, em que o alimento é fornecido por um sistema social alimentar (JOMORI et al., 2008, p. 67).

Logo a definição de qualidade pode ser compreendida mediante relações entre vertentes intrínsecas dos indivíduos e repercussões do meio externo, indicando a complexidade por trás das escolhas alimentares.

O segundo fator mais atuante na decisão dos consumidores infantis é a “validade” no trabalho de Neto e Melo (2013) não há uma descrição sobre tal fator, no entanto, pode-se depreender que a validade esteja relacionada a elementos sensoriais do alimento: atração visual, olfativa e principalmente a palatabilidade. Um dos recursos da indústria alimentícia para acentuar a palatabilidade dos alimentos é a utilização de determinados compostos químicos – os conservantes – que na sua grande maioria são formados por gordura hidrogenada (*trans*), sódio e açúcar invertido, estes além de aumentar o tempo de prateleira são altamente prestigiados pelo público infantil.

Por fim, o terceiro fator mais considerado pelos jovens da pesquisa foi o valor nutricional dos alimentos, este aspecto, também não foi discutido na obra de Neto e Melo (2013), no entanto, é passível de algumas reflexões, principalmente no que tange a ideia mercadológica de “Alimentação Saudável”, conceito que a partir do século XX vêm sendo promovido como estratégia de promoção da saúde, por intermédio de programas e instituições como: Estratégia Global para a Promoção da Alimentação saudável,

Atividade Física e Saúde, lançada em 2003 pela Organização Mundial da Saúde (VILLAGELIM et al., 2012).

Iniciativas como estas vêm ao encontro com a promoção hábitos de vida mais saudáveis, no entanto, quando aplicadas sofrem a influência de uma lógica mercadológica cruel. Villagelim et al. (2012) mencionam que um dos grandes problemas no conceito de alimentação saudável é a simbiose entre alimentação e saúde; nutrição e doença. Não é recusada a relação entre estes fatores, no entanto, há a construção de uma imagem medicamentosa dos alimentos, na qual, apenas a composição química e ação bioquímica destes é valorizada, deixando de lado os aspectos humanos no ato de alimenta-se.

Trata-se de uma visão que reduz a comida – aqui entendida como “alimento simbolizado” e mediador de relações sociais, situado, assim, na ordem da cultura e da vida em sociedade – aos seus nutrientes e demais componentes químicos (VILLAGELIM et al., 2012, p. 683).

Obviamente, compreender como o alimento age no organismo é de suma importância, no entanto, alimentação não é apenas fornecer nutrientes ao corpo. Além disso, muitas das informações propagadas pela indústria alimentícia não passam de estratégias de *marketing* para promover maior consumo.

Há ainda que se considerar que informações pontuais, parciais, meias-verdades fazem parte das campanhas publicitárias, podendo, inclusive, induzir a práticas alimentares que resultam em adoecimento da população (VILLAGELIM et al., 2012, p. 684).

As ilusões criadas pela publicidade acabam por ofertar alimentos que divergem com o conceito de alimentação saudável, mediante manipulação de informações, um exemplo clássico é o “zero gordura *trans*” que consta em muitas embalagens de alimentos industrializados, sabe-se que estes alimentos contêm até 0,2g de gordura *trans* por porção de alimento o qual é permitido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). A informação: “zero lactose” presente em muitos produtos lácteos, refere-se à presença da enzima lactase e não a remoção do açúcar lactose, podendo ser considerada outra manobra da indústria.

Portanto, as mídias também estão presentes na construção da ideia de alimentação saudável dos indivíduos, seja pela divulgação de dados mascarados ou pela promoção de um ideal de alimentação medicamentosa.

Há interesse de alguns consumidores em saber a composição nutricional dos alimentos, no entanto, nem sempre o que é representado nas embalagens está acessível a toda população. Dados de um levantamento bibliográfico realizado por Pontes et al.

(2009) demonstram que grande parte das pessoas não compreendem as informações expostas nas embalagens:

Dados recentes demonstraram que 70% das pessoas consultam rótulos dos alimentos no momento da compra; no entanto, mais da metade não compreende adequadamente o significado das informações (PONTES et al., 2009, p. 103).

Para minimizar os efeitos danosos da manipulação publicitária existem órgãos mundiais e nacionais para a proteção dos consumidores. No Brasil, o principal órgão responsável pela regulamentação da publicidade é o CONAR (Conselho Nacional de Autoregulamentação Publicitária) este é responsável pelo CDC (Código de Defesa do Consumidor); Estatuto da Criança e do Adolescente dentre outras resoluções legislativas.

Nestes documentos encontra-se normas de aplicação da publicidade voltada as crianças e ao consumidor, principalmente no que se refere a publicidade televisiva e de rádio. Regulamentações voltadas especificamente para a internet ainda se encontram como projetos de leis o que torna o controle desse meio de comunicação menos eficiente, problemática que não ocorre somente no Brasil, segundo o termo de cooperação 37 da ANVISA.

Mesmo que restrito às regulamentações existentes preveem a proibição de ações como, a veracidade nos dados ofertados em propagandas e embalagens de produtos alimentícios; a proibição de ambiguidades na promoção de produtos, assim como o apelo exagerado ao consumo dos mesmos; a proibição de publicidade discriminatória ou que se aproveite da deficiência de julgamentos de crianças a respeito da veracidade das informações promovidas; assim como a divulgação de publicidade que desrespeite valores ambientais.

3.5 CARBOIDRATOS: CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

O termo “Carboidrato” consiste em: Hidratos de Carbono, conceituação proveniente da fórmula geral destes compostos (CH_2O). O conceito faz alusão aos elementos predominantes na constituição dessas substâncias – carbono, hidrogênio e oxigênio, no entanto, sabe-se que é possível encontrar elementos como nitrogênio e enxofre em alguns destes compostos.

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes na Terra, responsáveis por atender as demandas energéticas dos organismos heterótrofos e autótrofos, via processos de oxirredução, pertencentes à respiração celular. Além disso, estas macromoléculas

constituem estruturas celulares importantes, como as paredes celulares de vegetais e fungos e sinalizadores nas membranas plasmáticas.

Eles compõem 75% da biomassa da Terra representando a maior fonte renovável do planeta e anualmente são produzidos cerca de 200 bilhões de toneladas de carboidratos pelas plantas superiores e algas (SILVA et al., 2018, p. 876).

São também consideradas moléculas estruturais, pois formam a Ribose (RNA) e desoxirribose (DNA). Além disso, atuam na formação de elementos de defesa no organismo dos animais como a heparina, muco proteínas e imunoglobulinas (LEHNNINGER, 2014).

A respeito da constituição química destes compostos há uma formação característica, todos os carboidratos são: poliidroxialdeídos ou poliidroxicetonas, desta forma, as únicas funções orgânicas presentes – além de hidrocarbonetos – são: cetonas e aldeídos. A variação entre os diversos tipos de carboidratos está relacionada com o número de carbonos e a posição das hidroxilas e hidrogênios na cadeia carbônica.

Outras denominações podem ser utilizadas para referir-se aos carboidratos: amidos, glicídios, açúcares e sacarídeos “O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon* que significa açúcar” (JUNIOR, 2008, p.28).

No entanto, há nítidas diferenças físico-químicas entre os carboidratos, as quais indicam melhor aplicabilidade às terminologias. Por exemplo, o termo açúcares é mais bem aplicado aos carboidratos que possuem comportamento de cristalização, assim como a glicose, lactose, frutose e sacarose. O termo amido, por sua vez, faz alusão à molécula de amido, grande polímero de reserva vegetal. Por isso, por mais que os termos sejam utilizados como sinônimos à palavra carboidratos é necessário atentar-se às diferenças estruturais das moléculas para melhor referenciá-las (LEHNNINGER, 2014).

Estes compostos são passíveis de classificação de acordo com o número de ligações glicosídicas (responsáveis pela união das unidades) o que confere aos mesmos um caráter polimérico. Há uma designação de acordo com o número de carbonos: chama-se de trioses aqueles que possuem três carbonos, na sequência há as tetroses, pentoses, hexoses, heptoses e assim por diante.

As três maiores classes de carboidratos são: monossacarídeos: possuem uma unidade formadora, sendo os maiores representantes do grupo a glicose e a frutose. Oligossacarídeos possuem entre duas a vinte unidades formadoras, como a sacarose e a

lactose - dissacarídeos. Os polissacarídeos, por sua vez, são formados por diversas unidades (acima de vinte) assim como a celulose e o glicogênio.

Na natureza, os carboidratos encontram-se em conformação cíclica, pois assumem menor estado energético e consequente estabilidade. Chama-se de forma piranosídica e furanosídica a estruturação cíclica dos monossacarídeos. A glicose, por exemplo, encontra-se 99,6%, na forma furanosídica com 0,40% em formas acíclicas.

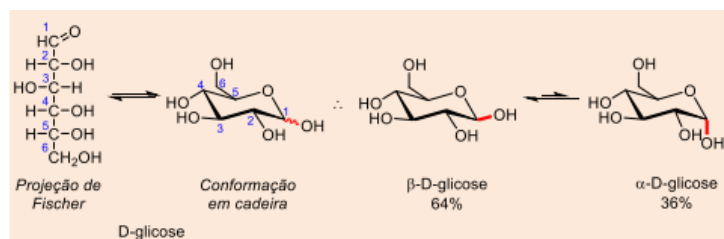
3.5.1 Monossacarídeos: Glicose e Frutose

Registros mostram que a glicose foi isolada pela primeira vez pelo químico alemão Andreas Sigismund Marggraf (1709-1782) por meio do suco de uva, fonte que auxiliou químico analítico francês, Joseph Louis Proust (1754- 1826) a obter cristais de glicose. Porém o termo “glicose” só foi utilizado pela primeira vez em 1838, por Jean Baptiste André Dumas (1800-1884), referindo-se à substância doce encontrada no mel e na uva. Posteriormente Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) indicou uma nova terminologia: Dextrose, pois percebeu mediante o uso de um polarímetro que a molécula desviava a luz para a direita. Todavia, o termo que se disseminou foi “glicose” por consequência das diversas contribuições de Emil Hermann Fischer (1852- 1919) o qual explanou a estrutura estereoquímica da D-glicose com o auxílio de espectroscopia de ressonância magnética nuclear de campo alto (SILVA et al., 2018).

No caso da glicose ocorre a ciclização por meio do ataque nucleofílico intramolecular do par de elétrons do oxigênio do grupo hidroxila localizado no carbono 5 ao carbono carbonílico, culminando na formação de um novo centro estereogênico (carbono quiral), denominado de carbono anomérico (C-1).

Este fenômeno gera dois estereoisômeros: β -D-glicose e α -D-glicose, os quais se diferenciam pela posição da hidroxila no C1, assim como é representado na figura 2 (SILVA et al., 2018).

Figura 2: Representação dos dois estereoisômeros da D-glicose



Fonte: Silva et al., 2018

Na presença de água, o anômero predominante é a β -D-glicose, pois a posição equatorial da hidroxila diminui o efeito estérico ocasionando maior resistência à estrutura. A celulose, polissacarídeo que forma tecidos vegetais é constituída por β -D-glicose, o que justifica a fixidez das estruturas vegetais mediante a interação com água. Já a α -D-glicose compõem o glicogênio – polímero de reserva energética de animais – o qual interage com a água permitindo a ruptura das ligações glicosídicas, evento que permite a disponibilização das unidades de glicose que serão utilizadas na produção de energia nos processos metabólicos (LEHNINGER, 2014).

A glicose é de suma importância para a manutenção do metabolismo dos animais, pois além de suprir a demanda energética de curto prazo, ela está presente em reações bioquímicas que envolvem outras biomoléculas.

Nos seres humanos, o metabolismo da glicose é a principal forma de suprimento energético. A partir da glicose, uma série de intermediários metabólicos pode ser suprida, como esqueletos carbônicos de aminoácidos, nucleotídeos, ácidos graxos etc. (JUNIOR, 2008, p. 28).

Além da participação na síntese e oxidação de outros compostos é válido salientar que a glicose constitui a única fonte de suprimento energético do Sistema Nervoso Central, o qual necessita em média de 120g diárias desse açúcar para exercer suas funções com efetividade. Quando há uma queda grande dos níveis de glicose no organismo pode ocorrer um choque hiperglicêmico, fenômeno que causa: irritabilidade nervosa progressiva que leva a desfalecimento, convulsões e até coma (LEHNINGER, 2014).

A glicose, no entanto, não é o único monossacarídeo com potencial polimérico, outra molécula importante é a frutose, a qual foi isolada pela primeira vez em 1847 a partir da cana-de-açúcar. O nome tem origem da palavra latina *fructus*, o que representa a maior fonte da substância, os frutos (BARREIROS et al., 2005).

Além da obtenção direta desse açúcar a presença de frutose no organismo humano também se refere à sua síntese a partir da glicose pela via do sorbitol, processo que está interligado ao equilíbrio óxido-redutivo, o qual ocorre quando o sorbitol (poliol) presente principalmente em plantas da família das Rosáceas (maçãs, peras, cerejas, ameixas e abricós) e também em alimentos industrializados como: balas de menta, goma de mascar, sucos dietéticos, etc. é oxidado em uma reação mediada pela enzima sorbitol-desidrogenase.

A frutose é uma hexose/cetose – possui a função cetona na extremidade da cadeia; já a glicose é uma pentose/aldose – formada por um aldeído. Quando ocorre a união de

uma β -D-frutose e α -D-glicose têm o oligossacarídeo sacarose, segundo Barreiros et al. (2005, p. 379) “Os vegetais podem conter de 1% a 2% de seu peso na forma de frutose livre e mais 3% de frutose sob a forma de sacarose”.

A frutose pode formar também os frutanos, polímeros complexos conhecidos como fibras solúveis presentes em vegetais família das *Asteraceae*, principalmente nos tubérculos do *tupinambo* (*Helianthus tuberosus*) e cebolas da *Dahlia*. Um exemplo de frutano é a inulina encontrada em chicória, batata-doce e alcachofra de Jerusalém, etc.

Esse açúcar ainda pode se agrupar formando trissacarídeos e tetrassacarídeos, como a rafiose e estaquiose, respectivamente, compostos que não são digeridos pelos animais, necessitando do auxílio da biota intestinal (bactérias) presentes no intestino grosso, as quais exercem a fermentação destes compostos produzindo os gases característicos da digestão de leguminosas como: soja, lentilha, ervilha e feijão.

3.5.2 Oligossacarídeos: Sacarose e Lactose

Dentre os oligossacarídeos mais comuns estão os dissacarídeos, formados por dois monossacarídeos. Os compostos mais presentes na natureza são a sacarose (frutose e glicose) e a lactose, açúcar presente no leite (galactose e glicose).

A sacarose ao longo da história se constituiu como um produto de grande valor comercial, sendo obtida mediante a extração de vegetais – cana-de-açúcar e beterraba. Além da utilização direta do açúcar, sua validação no mercado está relacionada aos processos de fermentação para obtenção de bicomcombustíveis (etanol) “A sacarose é hoje no Brasil um dos mais importantes produtos devido à produção do álcool combustível, cuja obtenção se dá também por fermentação” (JUNIOR, 2008 p. 9).

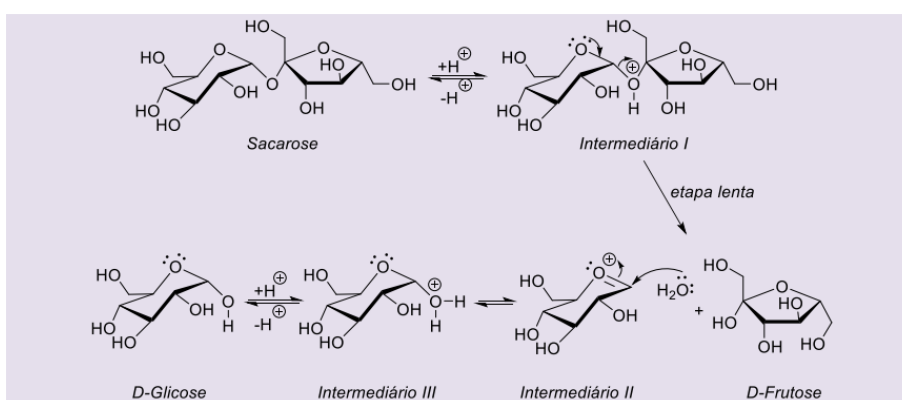
Na produção de etanol os microrganismos (bactérias e fungos) utilizam a glicose proveniente da quebra da molécula de sacarose presente nas plantas para proceder à fermentação alcoólica. A hidrólise – ruptura da ligação glicosídica da sacarose – produz uma molécula de glicose e uma frutose, produto conhecido com açúcar invertido, o qual recebe este nome devido à característica óptica, pois após a reação o desvio da luz polarizada passa a ser para a esquerda.

A técnica de hidrólise da sacarose é muito utilizada pela indústria alimentícia na obtenção do denominado “açúcar invertido”, este composto é valorizado pela resistência a cristalização conferindo maciez a produtos como bolachas, balas e outros doces. Em nível industrial a reação ocorre com o auxílio de catalisadores que podem ser: enzimas, ácidos ou por resinas trocadoras de cátions. A enzima invertase ou β -D-frutopiranosidase

é um exemplo de catalisador podendo ser obtida a partir de microrganismos como o fungo *Saccharomyces cerevisiae* (SILVA, 2018).

As etapas do processo de hidrólise da sacarose são: **1)** Protonação do oxigênio da ligação α -glicosídica, culminando na formação do intermediário I. **2)** Reorganização e quebra intramolecular originando a da frutose e o intermediário II, etapa mais lenta do processo. **3)** O intermediário II passa por um ataque nucleofílico da água ocasionando a formação do intermediário III que por fim, sofre a desprotonação originando a D-glicose – conforme a figura 3 (SILVA, 2018).

Figura 3: Representação da hidrólise da sacarose em meio ácido



Fonte: SILVA, 2018

O açúcar invertido ainda pode ser obtido por meio da quebra das moléculas de amido, segundo Silva (2018) 34% de todo amido obtido em escala mundial é transformado em D-glicose. Produção que ocorre em duas etapas – na primeira a enzima α -1,4-glucan-4- glucanohidrolase quebra a ligações glicosídicas resultando na formação da maltose e de outros carboidratos. Na segunda etapa a enzima 1,4- α - D-glucan-glucohidrolase quebra a ligação glicosídica da maltose formando D-glicose.

Ainda há a possibilidade de hidrolisar e obter D-glicose por meio da quebra das ligações glicosídicas das moléculas de celulose, processo mais longo e que necessidade de maior carga energética. Estudos mostram que a substituição das enzimas por ácido sulfúrico e o clorídrico diminui custos com equipamentos e matérias primas (SILVA, 2018).

A lactose, assim como a sacarose, também sofre processos de fermentação – láctea ou alcoólica – dependendo do microrganismo atuante no processo, ambas são valorizadas pela indústria alimentícia seja para a produção de bebidas alcoólicas, iogurtes, queijos e outros insumos.

Este açúcar está presente no leite de animais mamíferos em proporções diferentes, por exemplo: 4,8% em leite de vacas e 6,7% em leite humano. Em doses comedidas ele é completamente assimilado pelo organismo humano, no entanto, acima de 200g seu excesso é eliminado na urina ou em doses muito elevadas causar alterações no trato intestinal. O poder adoçante desse açúcar é fraco comparado aos demais (glicose, frutose e sacarose) equivale a cerca de 10% do potencial adoçante sacarose (BRITO, 2007).

A enzima responsável pela quebra da ligação glicosídica da lactose é a β -D galactosidase e está presente no trato intestinal, mais abundantemente na fração correspondente ao jejuno da maior parte dos mamíferos. Indivíduos intolerantes à lactose, possuem deficiências na atuação desta enzima (BRITO, 2007.)

3.5.3 Polissacarídeos: Glicogênio, Amido e Celulose

I. Caracterização geral:

Esta classe de carboidratos possui maior nível de complexidade estrutural, uma vez que são formados por diversas unidades. Sua diferenciação está no tipo de unidade monomérica, tamanho da cadeia e ramificações. Quando o polissacarídeo possui apenas um tipo de monômero é denominado: homopolissacarídeo se houver dois os mais monômeros têm-se um heteropolissacarídeo.

Tanto o amido quanto o glicogênio são homopolissacarídeos, formados por polímeros de glicose, sendo sua funcionalidade a reserva energética em vegetais, o primeiro e o segundo em animais.

O amido é constituído por amilose e a amilopectina, a diferença entre essas substâncias está nas ramificações, ambos possuem cadeias de glicose unidas por ligações ($\alpha 1 \rightarrow 4$) porém a amilopectina possui ramificações com ligações glicosídicas ($\alpha 1 \rightarrow 6$). Essas ramificações são percebidas em uma variação de 24 a 30 unidades de glicose na cadeia principal.

A estrutura do glicogênio é semelhante à do amido, no entanto, é mais ramificado, sendo a frequência entre 8 a 12 unidades de glicose. (JUNIOR, 2008). O amido é constituído por amilose e a amilopectina, a diferença entre essas substâncias está nas ramificações, ambos possuem cadeias de glicose unidas por ligações ($\alpha 1 \rightarrow 4$) porém a amilopectina possui ramificações com ligações glicosídicas ($\alpha 1 \rightarrow 6$). Essas ramificações são percebidas em uma variação de 24 a 30 unidades de glicose na cadeia principal.

A presença de amido nos vegetais varia conforme os espécimes e maturação dos mesmos, com concentração considerável em: grãos de cereais (40% a 90% do peso seco),

leguminosas (30% a 50% do peso seco), tubérculos (65% a 85% do peso seco) e frutas imaturas ou verdes (40% a 70% do peso seco) (LAJOLO e MENEZES, 2006 apud DENARDIN e SILVA, 2009).

Segundo Denardin e Silva (2009) esse polissacarídeo é o carboidrato mais abundante na dieta dos seres humanos, constituindo cerca de 80% a 90% do que é consumido. Entretanto a biodisponibilidade do nutriente é variável e está relacionada com a proporção de seus constituintes e outros fatores bioquímicos: “incluindo a variação na proporção amilose:amilopectina, o processamento dos alimentos e as propriedades físico-químicas, como gelatinização e retrogradação (BJÖRCK et al., 1994 apud DENARDIN e SILVA, 2009 p. 946).”

No corpo humano a digestão do amido inicia-se na boca e posteriormente esôfago com a hidrólise do amido mediante a ação da amilase sérica (enzima conhecida com amilase salivar) liberada pelas glândulas salivares e células acinares do pâncreas, o qual secreta a mesma no trato intestinal. A desativação desse fenômeno está relacionada com o conteúdo ácido do estômago e no intestino, a alcalinidade favorece a atuação da enzima, presente principalmente no duodeno (MOTTA, 2003).

O glicogênio é o polímero de reserva energética dos animais, localiza-se, principalmente, no fígado, músculos esqueléticos e rins, sendo essa reserva suficiente para abastecer o organismo humano dentre 12 a 24 horas (LEHNINGER, 2014).

A principal função desse polissacarídeo é a regulação dos níveis glicêmicos, uma vez que mediante sua formação (glicogênese) remove o excesso de glicose do sangue com o auxílio do hormônio insulina, presença de Glicose 6-P. Quando há quedas da concentração de açúcares circulantes é ativada sua oxidação (glicogenólise) a qual ocorre com a participação dos hormônios epinefrina, glucagon, do Ca^{+2} resultante da contração muscular e AMP presente nos músculos. Ambos os processos ocorrem com mediação enzimática (LEHNINGER, 2014).

Os Heteropolissacarídeos estabelecem ligações com proteínas fibrosas às glicosaminas – interação presente na formação tecidos animais como tendões e cartilagens. Ainda há a possibilidade da formação de glicoconjugados com lipídios ou proteínas – estruturas biologicamente ativas que funcionam como sinalizadores no reconhecimento celular.

II. Metabolismo do Glicogênio: Glicogênese, Gliconeogênese e Glicólise

O Glicogênio, polímero ramificado de α -D-glicose, é a principal reserva de carboidratos no organismo, está presente, predominantemente, no fígado, no entanto, devido à constituição do corpo humano conter grande quantidade de tecido muscular, cerca de 75% desse polímero está nos músculos, fornecendo glicose-1-fosfato. No fígado, sua função protagonista é o controle da homeostase de glicose no organismo.

Tabela 1: Distribuição corporal glicogênio

	Porcentagem de peso tecidual	Peso tecidual	Conteúdo corporal (g)
Glicogênio hepático	5,0	1,8 kg	90
Glicogênio muscular	0,7	35 kg	245
Glicose extracelular	0,1	10 L	10

Fonte: TOWNSEND, 2006

Devido sua estrutura altamente ramificada as moléculas de glicogênio fornecem sítios de ligação que promovem a glicogenólise – ou seja – a liberação de glicose-1-fosfato para a atividade muscular.

A formação do glicogênio é mediada por um conjunto de processos que podem ocorrer por diferentes vias metabólicas. Em suma, os monômeros de glicose unem-se ao glicogênio já existente, com a necessidade de um *primer* precursor, para isso, atuam enzimas – como a glicogênio sintase, associada a proteínas - sendo a ação precursora dessa união a interação da glicose com a UTP (Uridina trifosfato) formando UDP (Uridina difosfato) -glicose. Após uma série de reações bioquímicas serão responsáveis por formar novas ramificações à molécula preexistente, a qual assume grande solubilidade em água, justamente por seu caráter ramificado e polaridade (TOWNSEND, 2006).

A gliconeogênese é uma via diferente para formação do glicogênio, esta atua durante jejuns prolongados ou consumo inadequado de carboidratos. Neste processo os precursores: lactato, piruvato, glicerol e aminoácidos, os quais são convertidos em glicose com a participação de reações do Ciclo de Krebs.

A glicogenólise, por sua vez, consiste no fenômeno que torna a glicose disponível para utilização. Nesse processo ocorre a ação de três enzimas: Glicogênio fosforilase – que remove o resíduo terminal da molécula de glicogênio – a enzima transferase – responsável pela desramificação da molécula; Glicogenólise – que promove reações de

hidrólise deixando a glicose livre; por fim, a fosfoglicomutase transforma a glicose 1-P em glicose 6-P. (TOWNSEND, 2006).

3.5.4 Carboidratos Complexos e Carboidratos Simples

Os carboidratos ainda podem ser catalogados de acordo com sua complexidade estrutural em: simples e complexos, os primeiros possuem cadeias carbônicas menores e não ramificadas – por exemplo – sacarose e frutose, já os intitulados complexos, como o amido e a celulose, são constituídos por grandes estruturas que possuem ramificações.

Este nível de complexidade está relacionado com a velocidade e energia gasta na metabolização dos compostos no corpo humano, no entanto, existe uma série de fatores que influenciam as reações de digestão dos nutrientes. Por intermédio da lógica, compostos menores seriam mais facilmente digeridos do que moléculas grandes, portanto o gasto energético no segundo caso seria necessariamente maior.

Para compreender os processos de transformação dessas macromoléculas é pertinente atentar-se ao conceito de Índice Glicêmico (IG) que segundo Gutierrez e Alfenas (2007) é: “(...) um parâmetro utilizado para classificar os alimentos contendo carboidratos de acordo com a resposta glicêmica que os mesmos promovem, em relação à resposta observada após consumo de um alimento de referência (pão branco ou glicose).” De acordo com Sampaio et al. (2007), o IG tem a seguinte definição:

Define-se o índice glicêmico (IG) como a área sob uma curva de resposta à glicose, após o consumo de 50g de carboidrato glicêmico (não incluídas as fibras) de um alimento teste, expressa como percentual de resposta para a mesma quantidade de carboidrato de um alimento padrão (pão branco ou glicose pura), ambos ingeridos pelo mesmo indivíduo (SAMPAIO et al., 2007, p. 616).

Desta forma, alimentos que possuem um alto índice glicêmico, são rapidamente metabolizados pelo organismo, liberando altas taxas de glicose no sangue; do contrário, aqueles que possuem um baixo IG são caracterizados por uma digestão mais lenta e disponibilização ponderada de glicose na corrente sanguínea.

Segundo Daminhão et al. (2007) o índice glicêmico de um alimento é um fator influenciado por diversas variáveis, como: propriedades físico-químicas, graus de processamento do alimento, presença de outras biomoléculas (lipídios, por exemplo) e quantidade de fibras.

As fibras, por sua vez, são constituídas por carboidratos, porém, estes não são metabolizados pelo organismo humano. Elas estão presentes em alimentos de origem

vegetal, podendo ainda ser subdivididas em: fibras solúveis – interagem com a água; e insolúveis – interagem com moléculas apolares (gorduras). Exemplos de fibras solúveis são: pectinas, inulina, frutooligossacarídeos (FOS), hemiceluloses (como a β -glucana), gomas e mucilagens; as fibras insolúveis podem ser representadas pela celulose e lignina.

No que se refere ao metabolismo das fibras, ambos os tipos necessitam da biota intestinal para promover sua digestão, no entanto, boa parte dos nutrientes constituintes das fibras não são absorvidos pelo organismo e acabam formando o bolo fecal, auxiliando o trânsito intestinal.

O IG é um índice interessante para o conhecimento da quantidade e da velocidade em que um alimento libera açúcar na corrente sanguínea, porém, para melhor compreender o metabolismo desses carboidratos desenvolveu-se o conceito de Carga Glicêmica (CG) “A CG é a quantidade de carboidrato em um alimento multiplicada pelo IG de tal carboidrato” (DAMINHÃO et al., 2007 p. 393), o que torna os estudos mais fidedignos, uma vez que, inclui a quantidade de carboidratos consumidos em determinadas porções de alimentos.

Por intermédio da análise do IG e CG depende-se que alimentos caracterizados por índices baixos são mais lentamente metabolizados, acarretando uma série de consequências benéficas ao organismo, como: a manutenção da saciedade, o controle da liberação de insulina na corrente sanguínea, maior gasto energético na digestão (fibras), menor tendência de acúmulo desses carboidratos na forma de ácidos graxos, findando na redução do risco de desenvolvimentos de doenças cardiovasculares. No quadro 1 estão relacionados alguns tipos de carboidratos com suas especificidades metabólicas.

Quadro 1: Caracterização de carboidratos

Tipo de carboidrato	Características específicas
Frutose	<ul style="list-style-type: none"> * Incorpora palatabilidade as bebidas; * Promove estímulos 20-30% menor nos níveis plasmáticos de insulina quando comparada a glicose e portanto reduz a lipólise; * Taxa de oxidação 25% que a da glicose.
Galactose	<ul style="list-style-type: none"> * Taxa de oxidação e de 50% menor que a da glicose.
Maltose	<ul style="list-style-type: none"> * Taxa de absorção e oxidação semelhante a da glicose.
Sacarose	<ul style="list-style-type: none"> * Taxa de absorção e oxidação semelhante a da glicose.
Maltodextrina	<ul style="list-style-type: none"> * Sabor neutro e baixo valor osmótico; * Taxa de absorção e oxidação semelhante a da glicose.
Amido	<ul style="list-style-type: none"> * Amilopectina – rapidamente ingerida e absorvida; * Amilose – menor taxa da hidrólise.
Frutose mais glicose	<ul style="list-style-type: none"> * Absorção de água mais eficaz; * Taxa de oxidação maior do que somente glicose.

Fonte: SILVA et al., 2018

A saciedade ou esvaziamento gástrico, assim como, as respostas hormonais podem ser compreendidas à luz das relações de digestibilidade, velocidade e natureza dos carboidratos, indicando como ocorre a fermentação e absorção desses compostos no intestino delgado.

As taxas de oxidação, por sua vez, são um indicativo que auxilia na análise do IG dos carboidratos, aqueles que possuem altas taxas de oxidação são mobilizados com maior facilidade pelo organismo, ou seja, possuem um IG maior. Para estabelecer tais comparativos, tem-se como referência a glicose, desta forma, a maior parte dos açúcares simples, possuem, segundo Silva et al. (2018) uma taxa oxidação semelhante à glicose com exceção da frutose e da galactose – o que os confere uma metabolização rápida e consequente esvaziamento gástrico.

Quando há excesso de energia no organismo, a qual é inerente do consumo inadequado de macromoléculas – principalmente carboidratos – há ativação de rotas metabólicas de síntese de lipídios.

Os lipídios são a forma de armazenamento de energia no organismo, isso ocorre devido às características físico-químicas dessas moléculas. Para o armazenamento do glicogênio armazenamento é requerido água para a solvatação, diferentemente, dos ácidos graxos - hidrofóbicos, não precisam das mesmas proporções de água para armazenamento, culminando em uma menor massa molecular.

Os triacilgliceróis são a forma de armazenamento dos lipídios nos tecidos, sua síntese ocorre predominantemente no fígado – mais especificamente - no citosol das células. Esse fenômeno envolve uma série de reações bioquímicas, as quais requerem, dentre outras estruturas, a acetil-CoA e melonil-CoA, estes são doadores de carboidratos e NADPH (agente redutor). Estes precursores são oriundos da glicólise, desta forma, o quando há abundância de glicose no organismo este é direcionado para síntese de ácidos graxos (LEHNINGER, 2014).

Estes ácidos graxos, por sua vez, são armazenados nos adipócitos, células de gordura que apesar de serem necessárias para o funcionamento do organismo, em quantidades desproporcionais acabam sendo acumulados nos vasos sanguíneos e órgãos podem culminar no desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Dados epidemiológicos da população americana ilustram bem esta divergência: desde a década de 1970, apesar da queda no consumo médio de gorduras de 40% para 34% do VET, com concomitante diminuição das mortes por doenças cardíacas, o número de procedimentos médicos para tratamento destas aumentou de 1,2 para 5,4 milhões. Isto

significa que não houve diminuição na incidência das doenças cardiovasculares, mas, sim, avanços na área médica, tais como métodos mais invasivos e de maior sensibilidade diagnóstica, que tornaram possíveis a detecção de mais casos, mais precocemente, o que pode ter interferido no quadro de mortalidade.

3.5.5 Açúcares de Adição

Os açúcares de adição são aqueles que não fazem parte da constituição natural dos alimentos - como a sacarose oriunda da cana-de-açúcar ou da beterraba – sendo acrescentados na elaboração e processamento industriais.

Apesar de ter uma origem natural, a maior parte dos açúcares de adição passam por processos de refino que modificam algumas de suas propriedades físico-químicas, tornando-os visualmente mais atrativos e com melhor palatabilidade, porém com menor valor nutricional.

Os açúcares de adição são, segundo Louzada et al. (2015) um dos maiores precursores do desenvolvimento de várias problemáticas de saúde, por isso existem recomendações que indicam limites de consumo dos mesmos “as recomendações nutricionais da Organização Mundial da Saúde estipulam que o consumo de “açúcares de adição” não ultrapasse 10% do total de calorias da dieta” (LOUZADA et al., 2015 p. 10).

Dentre os malefícios que estes açúcares podem causar no organismo estão: a deterioração do esmalte dentário – proveniente de compostos ácidos oriundos do metabolismo de bactérias; o desequilíbrio do balanço energético no que se refere as sensações de saciedade (esvaziamento gástrico); o aumento da concentração de triglicerídeos e diminuição das lipoproteínas de alta densidade (LDL) ou até mesmo a diminuição no consumo de proteínas e de micronutrientes importantes como vitaminas e sais minerais (LOUZADA et al., 2015).

Segundo Louzada et al. (2015) e Scapin et al. (2016) existem poucos registros investigativos a respeito da ação dos açúcares de adição na saúde humana, isso se deve ao fato de que a bibliografia aborda a natureza desses açúcares de forma diferenciada criando obstáculos para uma definição universal, além disso, leis que incentivam a demonstração clara das quantidades de açúcares nos alimentos industrializados são relativamente recentes “ no Brasil, não há atualmente obrigatoriedade de rotulagem da quantidade de açúcares de adição na informação/ nutricional desses alimentos, sendo a lista de ingredientes a única forma de identificá-los” (SCAPIN, 2016, p. 6).

O projeto de lei datado de 2017 do deputado Luiz Lauro Filho, bem como, Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 inserido em 2019, preveem a obrigatoriedade da indústria alimentícia em informar se os alimentos possuem altos teores de açúcares e de outras substâncias nocivas à saúde – sódio, gordura saturada e gordura *trans* – em suas embalagens. Ambos consideram como quantidades elevadas aquelas superiores a 15g de açúcar por 100g ou 7,5g por 100mL de produto. No entanto, nenhuma dessas medidas foi sancionada.

O consumo desses açúcares, segundo Scapin (2016) esta crescendo com o constante movimento de urbanização e os novos padrões de vida da sociedade pós-moderna, os quais modificaram as noções de tempo dos indivíduos, tornando-os ocupados a ponto de deixar de lado atividades como o preparo dos alimentos, culminando ao consumo crescente de alimentos industrializados, os mais ricos em açúcares de adição.

Dados do relatório de 2014 da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization - FAO*) indicam que a disponibilidade energética mundial proveniente dos açúcares de adição é, em média, de 16,8 % do valor calórico total. Esse valor quase dobrou quando comparado aos 8,5 % estimados no ano de 2002 (FAO, 2014) (SCAPIN, 2016, p. 25).

Conforme o mesmo estudo os alimentos que possuem quantidades mais elevadas de açúcares de adição são: doces/sobremesas industrializados e caseiros, bebidas açucaradas e produtos lácteos, esse insumo é extremamente valorizado pela indústria alimentícia devido seu baixo custo, ter a finalidade de aumentar o tempo de prateleira e aumentar a palatabilidade, sendo os mais utilizados: açúcar refinado, maltodextrina e xarope de glicose.

Além de não informar as reais quantidades de açúcares de adição nos produtos, a indústria alimentícia, emprega técnicas que tendem a tornar menos objetiva a composição nutricional do alimento, pois, segundo estudo de Scapin (2016) que analisou embalagens de mais de quatro mil rótulos alimentícios, foram encontrados 131 termos diferentes para refere-se à açúcares de adição, sendo dez mais frequentes exposto na tabela abaixo. Outro fator preocupante é a falta de descrição detalhada de alguns ingredientes, por exemplo, um biscoito que contenha chocolate ao leite na sua composição, não há a descrição dos ingredientes pertencentes a esse componente.

Tabela 2: Os mais frequentes açúcares de adição e ingredientes passíveis de contê-los de alimentos industrializados

Termos	Número de citações (n)
Açúcares de adição	
açúcar	2861
maltodextrina	591
xarope de glicose	304
açúcar invertido	257
dextrose	192
lactose	94
açúcar mascavo	86
polpa de morango	86
açúcar cristal	82
xarope de açúcar	76
Ingredientes passíveis de conter açúcares de adição	
gelatina	164
chocolate	138
polpa de tomate	97
chocolate ao leite	73
preparado de morango	36
cobertura sabor chocolate	30
chocolate branco	28
recheio cremoso	28
uva passa	26
gotas de chocolate	25

Na análise de Scapin (2016) – feita no Brasil - foi identificada a presença de açúcares de adição em cerca de 70% dos alimentos industrializados estudados, segundo a autora essa proporção é muito semelhante para alimentos nos Estados Unidos e também na China, porém nestes países não foi considerada a possibilidade em conter açúcares de adição em ingredientes não detalhados, diferentemente do estudo brasileiro.

Não há no Brasil, segundo Scapin (2016), estudos que avaliem o conhecimento da população a respeito das diversas nomenclaturas encontradas para se referir aos açúcares de adição, no entanto, pesquisas realizadas nos EUA indicam que os indivíduos associam a indicação do termo “açúcar da fruta” a um componente saudável e não nocivo fato que culmina, por exemplo, na diferenciação entre sucos de frutas naturais daqueles que eram concentrados.

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e o terceiro maior consumidor, índices que estão atrelados aos altos registros de doenças ocasionadas ou agravadas por fatores extrínsecos, como diabetes do tipo II, obesidade e problemas cardiovasculares. Conforme Favarato (2016) Doenças Cardiovasculares (DCV) são as maiores causadoras de mortes no Brasil, responsáveis por pelo menos 20% dos registros de mortes entre

peessoas com idade inferior a 30 anos. No ano de 2010, as DCV foram responsáveis por 73,9% dos óbitos no Brasil (DUNCAN; STEVENS; SCHMIDT, 2012 *apud* FAVARATO, 2016).

Contrariando o senso comum, o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, não está condicionado apenas ao consumo excessivo de lipídios, como colesterol, gorduras saturadas e trans, mas também, a uma dieta inadequada no que se refere ao consumo de açúcares e outras macromoléculas, visto que, as rotas metabólicas do organismo tendem a estocar o excesso de energia na forma de ácidos graxos, os quais podem ser precursores para a formação de ateromas, por exemplo.

A própria definição de obesidade está pautada no consumo inadequado de açúcares,

“Obesidade é uma condição associada à inflamação e ao estresse oxidativo, que ocorrem quando uma alta ingestão de gorduras e açúcares são oxidados, produzindo substâncias tóxicas, tais como produtos finais de glicação avançada (AGEs). (NAVARRO et al., 2015, p. 9).

Estes produtos (AEG's) formados nas reações de degradação dos açúcares são responsáveis por uma série de alterações fisiológicas, afetando o sistema renal e endócrino dos indivíduos (NAVARO et al., 2015.)

3.5.6 Açúcares Redutores

São classificados como açúcares redutores aqueles que possuem grupo carbonílico e cetônico livres e que oxidam através de agentes oxidantes quando em soluções alcalinas, promovendo a redução de íons catiônicos, como ferro e cobre.

Os monossacarídeos (glicose e frutose) e alguns dissacarídeos (maltose e lactose) possuem esta peculiaridade. Açúcares não-redutores, como a sacarose, necessitam sofrer hidrólise da ligação glicosídica para sofrer oxirredução (DONERMANN e FACCIN, 2016).

Estes açúcares recebem uma atenção especial nos estudos da área da saúde e tecnologia de alimentos, porque seu caráter reativo promove reações químicas complexas e de grande interferência nas propriedades dos alimentos, assim como, no organismo humano. Um exemplo de mecanismo relacionado aos açúcares redutores é o escurecimento não enzimático promovido pela Reação de Mailard – descrita no próximo capítulo – a qual tem consequências negativas sobre os alimentos e seu metabolismo.

3.6 METABOLISMO DE AÇÚCARES: GLICOSE, FRUTOSE E OXIDAÇÃO NÃO ENZIMÁTICA

O metabolismo da glicose nos seres humanos ocorre por intermédio da ação de hormônios, como à insulina e o Glucagon, e está relacionado à manutenção dos níveis de glicemia no organismo, para isso, a proporção de glicose ingerida e sua captação nos tecidos também são considerados fatores determinantes para a compreensão destes processos.

Em um indivíduo saudável os níveis glicêmicos não ultrapassam 140 mg/dL mesmo após uma refeição constituída por 50 a 60% de carboidratos. Em um jejum noturno, a glicemia está em torno de 80-100 mg/ dL e depois de uma refeição os valores chegam a aproximadamente 120-140 mg/dL - permanecendo neste patamar por cerca de 30 min a 1h (MARKS e SMITH, 1997 apud VALLE, 2002.).

A disponibilidade de glicose no organismo varia conforme a necessidade de cada tecido, o cérebro, requer quase da metade da glicose disponível. Os tecidos hepático e gastrointestinal consomem 20%, os músculos esqueléticos – que compõem cerca de 40% da massa corporal de um indivíduo - recebem 16% proveniente do fluxo sanguíneo, o que representa 1/4 da utilização de glicose, ou aproximadamente, 245 μ mol/min ou 44,0 mg/min (VALLE, 2002).

Conforme Valle (2002) o transporte da glicose pelos tecidos também está associado sob a ação de proteínas denominadas “Glucose Transporters” (GLUTs), as quais variam em seis isoformas. De uma forma geral, elas possuem três aspectos relevantes em seus mecanismos de atuação:

- a) o transporte de glicose ocorre com diferentes propriedades cinéticas nos diversos tecidos; b) as isoformas exibem uma distribuição tecido específica e um único tipo celular pode expressar duas ou mais isoformas; c) os genes dos GLUT-1, GLUT-2 e GLUT-4 estão sujeitos a regulação por diversos fatores endógenos e xenobióticos. (CRUZ et al., 2001 apud VALLE, 2002, p. 66-67).

As GLUT's 2 e 5 transportam outros açúcares além da glicose, a primeira carrega galactose e frutose e a segunda frutose. Aa GLUT's 1 e 3 direcionam glicose ao cérebro e neurônios, a GLUT 4, por sua vez, é responsável por alimentar o coração, tecidos musculares e adiposo. O intestino é abastecido pelas GLUT's 2 e 5; já os rins e o fígado pelas GLUT's 1 e 7 (VALLE, 2002).

3.6.1 A ação dos Hormônios

I. Insulina

A Insulina é o principal hormônio que regula os níveis de glicose, tem atuação principalmente sobre os músculos, fígado e tecido adiposo.

Esse polipeptídeo é formado por duas cadeias, alfa e beta, conectadas por duas pontes dissulfeto entre α -7- β 7 e α -20- β 19, ocorrendo uma terceira ponte dissulfeto para união dos resíduos 6 e 11 da cadeia α (LITWACK e SCHIMIDT, 1997, apud VALLE, 2002).

A atuação da insulina é iniciada quando está liga-se ao receptor de membrana plasmática da célula alvo, o qual é constituído por duas subunidades alfa e beta (2α e 2β), unidas por pontes dissulfeto, formando um beta-alfa-alfa-beta heterotetrâmero. A interação ente insulina e receptor é rápida, reversível e saturável, sendo o seu efeito classificado em três tipos: Imediato, intermediário e a longo prazo.

O efeito imediato – segundos ou minutos após a estimulação da insulina - é recorrente da requisição de ações intracelulares, para mediar transportes e modificações celulares já existentes. A ação intermediária demora alguns minutos ou poucas horas e está relacionado com a estimulação ou inibição da síntese de novas proteínas ou transcrição de genes. Por fim, a atividade a longo prazo, a qual requer horas ou até dias inclui na sua ação a síntese de ácido desoxirribonucléico (DNA), proliferação e diferenciação celular (VALLE 2002).

II. Glucagon

Esse hormônio tem ação contrária à insulina e para manter a glicemia estimula a produção da glicose hepática através dos processos de glicogenólise, gliconeogênese e oxidação de ácidos graxos. (HARRIS e CRABB, 1997 apud VALLE, 2002).

A estrutura bioquímica do glucagon é formada por 29 aminoácidos, tendo ação desencadeada pelas células α das ilhotas de Langerhans, após há a interação com seus receptores de membrana, o mais influente é a glicoproteína de 63-kDa (VALLE, 2002).

Segundo Valle (2002) a ativação do glucagon é resultante de um complexo de reações de ativação que incluem a formação adenosina monofosfato cíclico (AMPc) que, por sua vez, ativa um tipo de proteína quinase a qual desencadeia uma cascata de fosforilação de proteínas, com o intuito de alterar a atuação de enzimas envolvidas no metabolismo. Portanto, como consequência desses processos, o glucagon age na inativação a via glicolítica e ativação da gliconeogênese.

3.6.2 Metabolismo da Glicose:

I. Estado Basal

A disponibilidade e biodisponibilidade de nutrientes no corpo humano é inerente a uma série de fatores que vão desde a periodicidade até a forma de ingestão dos alimentos, por isso, durante o dia os indivíduos oscilam entre o estado basal (jejum) e estado absorptivo (alimentado).

O estado basal é caracterizado por reações catabólicas, como: degradação de triacilgliceróis, proteínas e glicogênio, devido à pequena disponibilidade de nutrientes circundantes, o que ocorre após 10 horas de jejum. Utilizando o exemplo de Valle (2002) um indivíduo com uma alimentação regular, pesando 70Kg e contendo cerca de 80g de glicogênio hepático, em período de jejum, degrada o polímero em velocidade de 110mg/min, ou 11% por hora. Após 12 horas de jejum todas as reservas de glicogênio são esgotadas.

No estado basal há um aumento da razão glucagon:insulina ocasionando a diminuição de malonil-Co, possibilitando a oxidação de ácidos graxos livres e cetogênese. Os corpos cetônicos (acetato, D(-)-3-hidroxiacetato e acetona) formados nesses processos, a acetona é eliminada pelos pulmões e urina; o acetato e a D(-)-3-hidroxiacetato, por sua vez, são então utilizados pelos tecidos extra hepáticos - até mesmo o nervoso – para produção de energia.

Outra importante consequência do declínio da concentração plasmática de insulina decorrente do jejum é a estimulação da proteólise, a qual aumenta o fluxo de aminoácidos, principalmente alanina, responsável por aproximadamente 50% do total de nitrogênio alfa-amino liberado neste período.(VALLE, 2002, p. 71).

Quando corpos cetônicos são formados em excesso no organismo há riscos do desenvolvimento de disfunções como a Cetonemia (hipercetonemia) ou Cetonúria, as quais podem agravar patologias como o Diabetes Mellito tipo 2 por meio da cetoacidose.

II. Estado Absortivo

É o estágio pós-alimentação, caracterizado por altos níveis de glicose no sangue, e estimulação da insulina, ocorrendo intensa absorção de nutrientes no trato gastrointestinal. Este estado permanece até as concentrações de glicose plasmática voltem ao estado basal (VALLE, 2002).

Em uma dieta convencional, 50 a 60% refere-se aos carboidratos – sejam eles simples ou complexos, os quais são transformados em monossacarídeos (glicose, frutose e galactose) sendo as duas últimas convertidas em intermediários no processamento da glicose.

A glicose, principal açúcar circulante, é metabolizada principalmente no fígado, o qual a recebe do trato gastrointestinal pela veia porta. Para evitar o excesso de glicose no sangue ocorrem os seguintes fenômenos: “a) aumento da utilização da glicose como substrato energético; b) síntese de ácidos e triacilgliceróis c) síntese de glicogênio” (VALLE, 2002, p.72).

Quando há uma elevação considerável de glicose ocorre a ativação da rota glicolítica devido, dentre outros fatores, ao aumento das enzimas alostéricas, portanto, grande parte da glicose se transforma em piruvato o qual, posteriormente, na matriz mitocondrial, é convertido em Acetil CoA – saturando o ciclo de Krebs.

Esse excesso de Acetil CoA é utilizado para formar ácidos graxos, no fígado, estes são convertidos em triglicérides, os triacilgliceróis: colesterol e fosfolipídios no retículo endoplasmático são envolvidos por apo-proteínas, assim, constituem as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) (VALLE, 2002).

3.6.3 Metabolismo da Frutose

A frutose é um monossacarídeo encontrado predominantemente em frutos, sua estrutura estável é formada por uma cadeia cíclica de cinco carbonos (pentose) ao contrário da glicose que possui seis carbonos em sua cadeia (hexose).

Este açúcar, além de ter sua presença atrelada a fatores exógenos, pode ser sintetizado no organismo a partir da glicose via sorbitol. O metabolismo da glicose não requer a mobilização da insulina, desta forma, pode ser consumida por indivíduos que possuem diabetes, no entanto, é necessária cautela na sua aplicação, pois, segundo Barreiro et al. (2005) o uso excessivo de frutose está relacionado à elevação dos triglicérides e colesterol, o consumo de altos níveis de frutose está associado ao consumo de alimentos industrializados que possuem em sua composição xaropes de frutose, como o de milho.

A metabolização da frutose pode ocorrer de duas formas: o transporte facilitado, sem relação com a glicose – o qual utiliza a GLUT 5 (transportador com pouca afinidade à glicose), mas que possui baixa capacidade; e um co-transporte dependente da glicose e com alta capacidade (BARREIRO et al., 2005).

Além da absorção unitária, a frutose pode ser obtida via sacarose, esta conformação aumenta a absorção da frutose, uma vez que, a presença da glicose possibilita a abertura de pequenas junções na via paracelular, caracterizada pela maior taxa de difusão passiva de íons, portanto, a frutose move-se passivamente com maior facilidade, ocasionando, conforme Barreiro et al. (2005) um aumento de 29% em sua absorção.

A assimilação do sorbitol se dá de forma incompleta, e quando fornecido ao organismo junto à frutose, estes competem pelos sítios de ligação. A Frutose chega aos hepatócitos do fígado pela veia porta mediante o transporte da GLUT 2. A primeira etapa do processamento desse açúcar é a fosforilação, predominantemente, no carbono 1 processo mediado pelas enzimas frutoquinase ou cetoquinase; ou no carbono 6, reação promovida pela hexoquinase. Após, a frutose é dividida em duas trioses: diidroxiacetona e gliceraldeído-fosfato, em uma reação interceptada pela aldolase B. As trioses podem seguir três rotas metabólicas: I. Participar da via glicolítica oferecendo piruvato e promovendo energia; II. Ser reduzida até glicerol, o qual é utilizado na síntese de triacilgliceróis, fosfolipídios e outros lipídios; III. Condensadas para formar a frutose-1,6-difosfato e, por meio dessa, originar glicose ou glicogênio (BARREIRO et al., 2005).

Como é descrito por Barreiros et al. (2005) via sorbitol, a frutose é obtida por meio de duas reações químicas em que a forma não fosforilada da glicose converte-se em frutose, sendo o sorbitol molécula intermediária, para isso, é necessária a ação da aldolase-reductase que oxida NADPH (na primeira reação) e da cetose-reductase que reduz NAD⁺ (na segunda reação). Esse processo ocorre na próstata e vesícula seminal sendo importante para a mobilidade dos espermatozóides e constituindo um indicativo da capacidade secretora das estruturas citadas.

O crescente aumento no seu uso como adoçante em produtos industrializados acarreta a possibilidade de produzir lipídios por meio dos compostos intermediários como o glicerol e o gliceraldeído, levando ao aumento dos lipídios sanguíneos, portanto, deve ser considerada, principalmente pela população com risco de problemas cardíacos.

A frutose contribui para a formação de ácidos graxos, devido seu metabolismo estar intimamente associado ao da glicose e conseqüentemente estimular a gliconeogênese por meio da maior síntese hepática de glicerol e de ácidos graxos (1,4 a 18,9 vezes, quando comparamos com a glicose). A ingestão predominante de frutose não ocorre via frutos naturais, mas por meio de alimentos industrializados que além de conter

altas taxas de xaropes de glicose, possuem grande concentração de sacarose, a qual é convertida em glicose e frutose no organismo.

O crescente aumento no seu uso como adoçante em produtos industrializados e que, portanto, a possibilidade de produzir lipídios por meio dos compostos intermediários como o glicerol e o gliceraldeído, levando ao aumento dos lipídios sanguíneos, deve ser considerada, principalmente na população com risco de problemas cardíacos (BARREIRO et al., 2005, p. 381).

O consumo inadequado de frutose ainda pode estar relacionado a erros metabólicos os quais ocasionam, dentre outras problemáticas: resistência à insulina (síndrome metabólica) e alguns níveis de intolerância. A frutose, por atenuar a ação dos hormônios regulatórios Insulina e leptina – os quais trabalham na regulação do balanço energético e adiposidade corporal, atuando nas ações no sistema nervoso central - pode induzir um perfil endócrino caracterizado pelo aumento da ingestão de moléculas energética e altas produções de tecidos de reservas lipídicas (BARREIRO et al., 2005).

3.6.4 Metabolismo da Sacarose

A sacarose é um dissacarídeo composto por moléculas de glicose e frutose. Este açúcar é encontrado em vários vegetais, como: pêssego (7%), beterraba (6,1%), cenoura (4,2%) e melão (5,7%). Sendo sua principal fonte de extração, no Brasil, a cana-de-açúcar, a qual pode conter de 14% a 24% de sacarose. As principais aplicações da sacarose são: bicomustíveis e o açúcar de mesa (MANHANI et al., 2014).

Esse carboidrato tem função umectante e facilita à preservação dos alimentos (função crioprotetora) devido sua interação com a água e seu efeito osmótico, desta forma é muito utilizado pela indústria alimentícia como conservante alimentar, principalmente na forma de açúcar invertido.

O açúcar invertido possui esse nome, pois, por intermédio de uma hidrólise catalisada pela enzima catalase ou em meio ácido ocasiona a ruptura da ligação glicosídica que existe entre as moléculas de frutose e glicose, desta forma, há a disponibilização destes açúcares, tornando o sistema líquido e modificando suas características físico-químicas. Após a reação de hidrólise as moléculas de glicose e frutose sofrem uma diferenciação no que se refere a sua isomeria óptica, antes do processo os açúcares mediante a incidência de luz de um polarímetro desviam a luz para a direita (+) e após a inversão a luz é desviada para a esquerda (-).

Possui a denominação “invertido” porque inverte a rotação da luz polarizada em um equipamento denominado polarímetro. Medindo-se o ângulo de desvio da luz polarizada durante o processo de obtenção do açúcar invertido, observa-se que ocorre a variação de um valor positivo no início da hidrólise (reação com água catalisada por aquecimento e por um ácido, enzima ou resina) para um valor negativo após a reação, justificando a denominação do processo de inversão (BIANCHINI e ASSUNPÇÃO, 2002, p. 5).

Este apresenta grande poder umectante, anticristalizante – devido à elevada solubilidade da frutose que dificulta a cristalização da glicose, aumentando seu poder edulcorante - e resistência microbiológica (BIANCHINI E ASSUNPÇÃO, 2002).

O metabolismo da sacarose exige a participação da insulina - uma vez composto por moléculas de glicose e frutose, após a quebra da ligação glicosídica, ocorre o processamento dos monossacarídeos no organismo - sua digestão é rápida, portanto, apresenta alto índice glicêmico e têm ação compensatória sob o sistema nervoso central devido à alta capacidade energética que fornece em um curto período, ocasionando o desencadeamento de um sistema de recompensa no cérebro. Visto que, este dissacarídeo é composto por moléculas de glicose, o seu consumo estimula a gliconeogênese e consequentemente seu excesso está relacionado com a síntese de ácidos graxos.

Estudos como os de Manhani et al. (2014) mostram que o consumo inadequado de sacarose está atrelado ao desenvolvimento de uma série de problemáticas, como: o desenvolvimento de diabetes tipo 2, sobrecarga do pâncreas – ocasionada pela excessiva mobilização do órgão na produção de insulina – obesidade, cárie detária, problemas cardiovasculares, alterações no sistema nervoso central (diminuição das conexões nas células nervosas, o que pode ocasionar alterações negativas no aprendizado e memória).

A sacarose convencionalmente comercializada passa por processos de refino, os quais exigem a adição de substâncias químicas, essencialmente, por processos de sulfitação (contato contracorrente do caldo ao dióxido de enxofre), e calagem (o caldo recebe leite de cal), e/ou a adição de polímeros de cadeia longa. Estes compostos removem as “impurezas” (fibras da cana-de-açúcar) e também os nutrientes (sais minerais e vitaminas), pois a presença do enxofre promove reações químicas que reduzem o potencial nutricional do carboidrato, restringindo sua composição à apenas sacarose - cerca de 99,8%. O açúcar mascavo não passa por processos de refino, desta forma, a coloração escura é um indício da presença dos nutrientes, já o açúcar demerara, sofre um refino mais brando, permitindo que a manutenção de uma fração dos nutrientes.

3.6.5 Degradação não enzimática de Açúcares: Reação de Maillard

No organismo, os açúcares sofrem reações de oxirredução que promovem a sua disponibilidade para a produção de energia, muitas destas são mediadas por enzimas, no entanto, a degradação destes carboidratos também pode ocorrer por processos oxidativos não enzimáticos, um exemplo é a Reação de Maillard.

Em suma, a Reação de Maillard, também conhecida como escurecimento não enzimático, é um conjunto complexo de mecanismos de reações que ocorre entre compostos que possuem as funções orgânicas aminas (aminoácidos/proteínas) com as carbonilas de açúcares.

Os primeiros registros destas reações foram percebidos e registrados por Louis-Camille Maillard, entre 1912 e 1916, este publicou artigos que descreviam as modificações de coloração em reações de aminoácidos e açúcares. No entanto, foi só após os anos 50 que o fenômeno chamou atenção da comunidade científica, quando o químico John Hodgem, em 1953, publicou o artigo “Chemistry of browning reactions in model systems” na revista “*Food Chem*” que detalhava o mecanismo. Tal descrição sofreu sutis alterações ao longo da história (TREVISAN, 2015).

No que se refere a aspectos visuais e organolépticos, a Reação de Maillard, pode apresentar vantagens e desvantagens – dependendo da sua aplicação, por exemplo: acentua a coloração do café e cacau; promove o douramento das carnes e pães; no entanto, altera a coloração dos alimentos durante o processamento e armazenamento e pode diminuir a palatabilidade.

Os aspectos nutricionais e de saúde alimentar, porém, são negativamente influenciados por esse mecanismo, pois há perda nutricional – aminoácidos essenciais e vitaminas, como a vitamina C, são degradados; além disso, há comprometimento na digestibilidade dos alimentos e possibilidades de efeitos tóxicos e mutagênicos.

Um dos gatilhos para a promoção das reações são as altas temperaturas, sendo o mecanismo pode ser fragmentado nas seguintes etapas, segundo Trevisan (2015):

- I. Condensação: Essa etapa consiste na reação entre a carbonila de açúcares redutores (glicose, frutose e lactose) com uma amina primária presente nos aminoácidos. Ocorre a perda de água e a consequente produção de uma imina que tem capacidade de ciclizar, formando um N-glicosídeo (açúcar ligado a um grupo amino) ou *Advanced Glycosilation End-products (AGEs)*.

- II. Rearranjo: Durante as complexas reações do processo, são formados compostos intermediários - Glicosilaminas e compostos de Amadori – suas concentrações estão diretamente relacionadas com a temperatura, tempo de reação e acidez do meio. Os produtos de Amadori, degradam na faixa de pH 4-7, formando 1- e 3-desoxidicarbonilas (desoxiosonas).
- III. Formação de Compostos Aromáticos: as desoxiosonas são dicarbonilas reativas e promovem a formação produtos secundários aromáticos. A 1-desoxiosona produz furanoses, pentoses e hexoses, já a 3-desoxiosona gera piróis, piridinas e formilpirrol.
- IV. Degradação de Strecker: No decorrer do mecanismo são produzidos aminocetonas, aldeídos e dióxido de carbono, os quais se caracterizam por fortes odores, alguns exemplos são os aldeídos de Strecker, como: etanal (aroma frutado e doce), metilpropanal (maltado) e 2-feniletanal (aroma florido/mel). Pode também ocorrer a condensação de duas aminocetonas produzindo derivados de pirazina.
- V. Polimerização: A condensação aldólica e polimerização carbonil-amina é responsável pela formação dos pigmentos escuros (melanoidinas – compostos nitrogenados).

Existe variabilidade na estruturação e complexidade química das melanoidinas, ocasionando ambiguidades em relação aos seus efeitos no organismo. Estudos como os de Trevisan (2015) demonstram que a Reação de Maillard pode formar compostos tóxicos: Acrilamida, Furanos, Aminas heterocíclicas, 3-MCPDs (Mono Cloro Propano Dióis) e 3-Metil Imidazolona os quais possuem efeitos prejudiciais, dentre estes destacam-se a diminuição da biodisponibilidade de minerais, atividade mutagênica (percebido em melanoidinas obtidas do aquecimento da glicose e glicina, de açúcares e caseína), no entanto, não se pode generalizar os efeitos citotóxicos e genotóxicos destas substâncias, pois são perceptíveis quando em dosagens altas e com período de incubação prolongado. É importante destacar que algumas melanoidinhas – como as presentes no cacau, café e vinagre balsâmico – possuem ação antiinflamatória, prebiótica, anti-depressiva e anti-oxidante.

3.6.6 Metabolismo dos Açúcares em uma perspectiva integrada

As rotas metabólicas oriundas da digestão de distintas classes de carboidratos, apesar de possuírem suas especificidades, acabam se relacionando no que se referem aos seus subprodutos, produtos finais ou mecanismos de ação.

No entanto, há diferenciações no metabolismo dos carboidratos, estas estão principalmente relacionadas como a complexidade e capacidade de digestão dos mesmos. Pode-se exemplificar o exposto mediante a compreensão do processamento das fibras – carboidratos complexos – que praticamente não são digeridos no trato gastrointestinal dos seres humanos, porém imprescindíveis ao trânsito intestinal.

Tratando-se de carboidratos simples e do amido, talvez, a distinção mais relevante seja a mobilização da insulina para o transporte dos açúcares, pois este aspecto está vinculado ao desenvolvimento ou agravamento de doenças como a diabetes tipo 1 e 2.

Em suma, até carboidratos que não possuem glicose em sua constituição (frutose) estimulam a síntese das reservas energéticas de glicogênio e, por conseguinte de ácidos graxos, interferindo diretamente no desencadeamento de doenças cardiovasculares.

Por fim, há consenso na comunidade científica de que o consumo excessivo de açúcares está atrelado às doenças citadas, estes são provenientes, especialmente, de dietas ricas em alimentos industrializados, contendo altos de teores de açúcares de adição, com predominância da sacarose, que apesar de não ser um açúcar redutor é composta por dois destes – glicose e frutose – os quais tornam-se disponíveis no organismo mediante hidrólise, tornando-se passíveis a processos químicos prejudiciais como a Reação de Maillard.

3.7 EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL (EAN)

3.7.1 Políticas públicas voltadas à educação alimentar no Brasil

No Brasil, discussões em nível acadêmico e poder público, a respeito de educação alimentar surgiram entre 1940 a 1970, constituídas por estratégias oriundas de políticas públicas em alimentação e nutrição e com o intuito de incentivar o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis. O cenário histórico mundial, permeado pelo desenvolvimento de tecnologias destinadas à segunda guerra mundial, culminou em uma revolução alimentar mediante a criação de uma vasta gama de produtos industrializados, os quais foram introduzidos no Brasil.

O interesse pelo tema no Brasil surgiu na década de 1940 e, até 1970, esteve relacionada à introdução de alimentos novos para população por interesses econômicos, às publicações voltadas para divulgação de materiais informativos, e à adoção de medidas que privilegiavam a suplementação alimentar e atividades de combate a carências nutricionais específicas (RAMOS et al., 2013, p. 2148).

Nesta época as abordagens eram muito influenciadas pelos interesses da indústria alimentícia, portanto, considerava-se que as problemáticas que impediam uma alimentação adequada eram fruto da insuficiência de renda, por isso, houve uma estagnação na produção científica por cerca de duas décadas. Uma análise feita por Lima et al. (2004) demonstrou que entre 1980 e 1990, o conhecimento produzido foi caracterizado por uma natureza técnica e intervencionista embasada na ignorância alimentar.

Após os anos 90 notou-se a importância da introdução de tópicos de caráter reflexivo na formação acadêmica e profissional de nutricionistas. Nesta época, políticas públicas em prol da propagação de hábitos alimentares saudáveis foram criadas, como: *Política Nacional de Alimentação e Nutrição* (PNAN) a qual destinava fomento a intervenções sobre hábitos saudáveis e de acesso universal aos alimentos (RAMOS et al., 2013).

Um aspecto relevante a ser salientado é que entre 1990 e 2010 houve incentivos para a promoção dos direitos de escolha dos cidadãos, o que contribuiu para o desenvolvimento de projetos e programas de inclusão, como a Estratégia Fome Zero, difundida, em 2001, a qual abrange a validação da EAN relacionada à educação para o consumo como ferramenta da Política Nacional de Promoção da Saúde, de 2006. Essa abordagem integrada também foi perceptível na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) sancionada em 2010, que garante o direito do cidadão a uma alimentação apropriada e aliada à promoção do desenvolvimento de práticas alimentares saudáveis (RAMOS et al., 2013).

Segundo os estudos de Ramos et al., (2013), em 2011, com a intencionalidade de desenvolver uma política intersetorial que trabalhasse as questões de educação alimentar, foi promovido o 1º Encontro Nacional de Educação Alimentar e Nutricional – Discutindo Diretrizes, envolvendo o Ministério do Desenvolvimento Social em parceria com os Ministérios da Educação e da Saúde. Esse marco, somado à Atividade Integradora sobre Educação Alimentar e Nutricional realizada durante a IV Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e aliado à Oficina de Educação Alimentar e Nutricional nas Políticas Públicas realizada no congresso *World Nutrition Rio 2012*,

culminou na construção de um documento regularizador das políticas públicas da EAN, o Marco de Referência de Educação Alimentar e Nutricional para as Políticas Públicas, o qual prevê uma integração entre as diversas áreas que permeiam a educação alimentar, indicando sua responsabilidade prioritariamente ao poder público e vinculada aos setores de produção, distribuição, abastecimento e consumo de alimentos.

O marco referido acima norteia sobre as ações da EAN, no entanto, notifica sobre a sua fragilidade e dificuldade de abordagem, devido à complexidade e variabilidade que envolve a formação dos comportamentos alimentares, uma vez que, reconhece a influência dos aspectos psicológicos, históricos e sociais. Porém, também destaca a educação formal – escolas – como incumbidas de trabalhar tais questões, pois estes ambientes são uma extensão do convívio social dos estudantes e altamente influentes na sua construção de identidade “assim, entende-se que a escola apresenta um ambiente privilegiado para programas de EAN e essa conjuntura vem sendo considerada na formulação de políticas públicas em alimentação e nutrição. (RAMOS et al., 2013, p. 2148).

Desta forma, o Ministério da Educação em parceria com o Ministério da Saúde instituiu a *Portaria Interministerial n° 1.010* 13, de 8 de maio de 2006 que traz diretrizes para a produção de projetos voltados a alimentação saudável nas escolas em diferentes níveis de ensino. O *Programa Saúde na Escola (PSE)* através do *Decreto no 6.286/2007* é um exemplo dessa iniciativa, este tem como objetivo construir uma postura de saúde preventiva que inclui a alimentação saudável como ferramenta relevante.

O Programa Saúde nas Escolas (PSE), instituído em 2007, prevê o desenvolvimento de ações de acordo com cinco propósitos: a) Avaliação das Condições de Saúde das crianças, adolescentes e jovens que estão na escola pública; b) Promoção da Saúde e de atividades de Prevenção; c) Educação Permanente e Capacitação dos Profissionais da Educação, da Saúde e de Jovens; d) Monitoramento e Avaliação da Saúde dos Estudantes; e) Monitoramento e Avaliação do Programa; as quais são orientadas de acordo com a perspectiva da educação integral objetivando o pleno desenvolvimento da comunidade escolar, vislumbrando a integração das unidades escolares com instituições de saúde pública, para isso os planos políticos pedagógicos das escolas são instrumentos de registro das estratégias construídas. (BRASIL, 2007).

Ainda como iniciativa pública voltada à EAN, têm-se Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), instituído em 2004, o qual é um aliado ao desenvolvimento de estratégias de educação alimentar e nutricional, pois orienta

intervenções educacionais que desenvolvam senso de sustentabilidade e humanidade, questões essenciais para uma formação crítica que ajuda a compreender a validade da EAN, assim como, auxilia a criar estratégias para sua implementação.

Por fim, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) pautam a importância de problematizar a EAN nos espaços educacionais, sejam eles formais ou não-formais, em todos os níveis de ensino e preferencialmente de forma interdisciplinar. No entanto, segundo Ferreira et al. (2007) apesar destes documentos indiquem a integração de toda a comunidade escolar na construção de conhecimentos de EAN, a temática ainda se encontra restrita a áreas da Ciências da Natureza, principalmente às Ciências e Biologia, com intervenções pontuais e permeadas de especificidades destas áreas de conhecimento.

3.7.2 Educação Alimentar e Nutricional nos espaços educacionais

O contexto mundial de saúde pública indica que cerca de 70% dos óbitos, na atualidade, são ocasionados por doenças não infecciosas, dentre estas estão, predominantemente, as doenças cardiovasculares ocasionadas pelos maus hábitos de vida da população contemporânea, principalmente no que se refere à alimentação.

Neste contexto, a EAN é uma ferramenta fundamental para a transformação dos hábitos alimentares dos povos. Mediações dessa natureza podem ser feitas em espaços formais de ensino e aprendizagem - espaços institucionalizados, como escolas; mediante a educação não-formal, promovida por organizações não formais com potencial educativo, como: museus, ONGs, unidades de preservação, mídias, etc.; e também por intermédio da ação educativa informal, aquela que o indivíduo assimila por trocas de saberes em seus ciclos sociais – família, amigos, comunidades, etc. (CASCAIS e TERÁN, 2014).

A ideia de práticas educacionais interdisciplinares e multidisciplinares são discutidas há bastante tempo no meio científico. A palavra “Interdisciplinar” foi cunhada no século XX, no entanto as noções destas práticas são oriundas da filosofia antiga. Com o constante processo de especialização das áreas de conhecimento, surgiu a fragmentação dos saberes (FAZENDA, 2008).

A ideia de currículo único, que foi desenvolvida em meado do século XIX é uma das tentativas de romper com o ensino e aprendizagem compartimentado, no entanto estas iniciativas só tiveram visibilidade nas décadas de 30 e 40, na iniciativa pública. O herbatianismo – conjunto de ideias filosóficas e psicológicas aplicadas a educação que

sustenta a teoria da correlação de saberes das partes para a compreensão do todo, influenciou na construção dos conceitos de interdisciplinaridade (FAZENDA, 2008).

Apesar de ser um conceito antigo, na contemporaneidade, os educadores ainda encontram dificuldades em aplicar tais abordagens, seja pela falta de instrução e formação desta natureza ou pela resistência do modelo educacional tradicional. Lindemann et al. (2009, p. 349) argumentam:

A formação fragmentada, rigidamente disciplinar baseada na disciplinar, baseada na dicotomia entre teoria e prática de muitos cursos de licenciatura não favorece, em absoluto, uma prática pedagógica centrada na aprendizagem, inserida em um currículo interdisciplinar e contextualizado.

No âmbito da construção de um sistema educacional mais integrado, surgiram reformas educacionais que propunham a integração de disciplinas em grandes áreas do conhecimento. As disciplinas biológicas e exatas – Química, Biologia e Física – nesta estrutura compõem as Ciências da Natureza, o que indica que as abordagens dos conceitos desta área devem ser integradas, aliando as especificidades de cada ciência no entendimento dos fenômenos naturais. (BRASIL, 2006).

A incorporação da EAN, na área de Ciências da Natureza, é prevista pelas políticas públicas citadas anteriormente sendo os principais documentos norteadores os PCNs e as Bases Curriculares Nacionais, responsáveis por traçar orientações de sua aplicação. As temáticas alimentos e nutrição constam nas três disciplinas, com propostas relacionadas ao estudo da composição nutricional, estudo de calorias, processos industriais, necessidades fisiológicas, dentre outros temas. Sendo sua condução pontual ou na forma de tema transversal.

Para trabalhar efetivamente a temática dentro dos espaços formais de ensino e aprendizagem é necessário ir ao cerne da questão, ou seja, conhecer quais ações irão atingir sistema cognitivo dos jovens. Segundo, Loureiro (2004) os programas mais eficazes são aqueles que se utilizam de estratégias de nível individual, social e ambiental.

Para os mais pequenos são particularmente importantes as estratégias que incluem a exposição às comidas num contexto social positivo, tendo como modelos de referência pares e adultos, bem como a utilização apropriada de incentivos. Para os mais velhos são mais adequadas estratégias de alteração comportamental, como a auto-avaliação, a clarificação de expectativas e de valores, o estabelecimento de objetivos pessoais e a capacidade de escolha competente entre alternativas. (LOUREIRO, 2004, p. 44)

Tais táticas devem estar associadas ao desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes associada ao desenvolvimento de conhecimentos sobre alimentação saudável.

Por isso, trabalhar conceitos científicos a respeito da composição e metabolismo dos alimentos oportuniza o estudante a compreender melhor como ocorre o processo de nutrição e por sua vez, auxilia-o nas suas escolhas alimentares: “A capacidade crítica desenvolve-se através de uma reflexão sistemática sobre diferentes situações, consciencializando os seus próprios pensamentos e emoções e confrontando-os com o conhecimento adquirido sobre o assunto (LOUREIRO, 2004, p. 44).

Loureiro (2004) ainda destaca que as intervenções de EAN não devem se restringir a um campo ou conceito específico, deve abordar mais do que os aspectos nutricionais dos alimentos. Desta forma, a contextualização histórico-social e cultural é importante para tornar a aprendizagem significativa e aplicável.

3.7.3 Intervenções didáticas em prol de uma alimentação mais saudável

I. Estudos de caso

A problematização de situações cotidianas, no contexto da resolução de estudos de caso, é uma ferramenta assistencial para a promoção de uma aprendizagem mais significativa, pois, além de retratar questões que podem fazer parte da vida dos estudantes – aproximando-os ao objeto de estudo – tem caráter investigativo e promove a construção de uma solução em um contexto interdisciplinar.

Os estudos de caso permitem reflexões investigativas a respeito do meio, sendo o aluno agente principal dessa ação o que condiz com as concepções construtivistas de ensino e aprendizagem fundamentadas em metodologias mediadoras, permitindo a transposição dos conhecimentos e significados construídos ao longo da trajetória do indivíduo. De acordo com Sá e Queiroz (2009, p. 12) o método de estudo de caso “consiste da utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinados problemas”.

Esta metodologia de ensino e aprendizagem é uma variação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a qual teve origem em cursos de Medicina da Universidade de *McMaster*, em Ontário, há 30 anos. Por muito tempo a metodologia ficou restrita a área médica, sendo o primeiro registro de sua utilização no ensino de ciências publicado no artigo “*Case Studies in Science – A Novel Method of Science Education*”. No ensino de química a ferramenta teve destaque em 1998 com a criação de uma seção específica para o assunto na revista *Journal of Chemical Education*.

Segundo Sá e Queiroz (2009) os estudos de caso são caracterizados pelo seu caráter multidisciplinar e permite técnicas de aplicação variadas, são essas: tarefa

individual, aula expositiva, discussão e atividade em grupos. As autoras elencam que para construir um “bom” estudo de caso deve-se atentar aos seguintes fatores: narrar uma história: - com final indeterminado; despertar o interesse pela questão - que deve ser atual; um bom caso produz empatia com os personagens centrais; inclui citações – falas de personagens; deve ser relevante ao leitor – formado por situações cotidianas; deve ter utilidade pedagógica; provocar um conflito; forçar uma decisão; ser passível de generalizações e deve ser curto.

A pesquisa das referidas autoras indica a relevância da aplicabilidade dos estudos de caso no ensino superior mediante a percepção dos alunos e professores, como satisfatório.

No que se refere à educação básica, mais especificamente o ensino médio, a técnica de estudos de caso é passível de transposição, pois os jovens já possuem capacidade de abstração para a construção de soluções. Segundo, Alba et al. (2013) a metodologia tem como objetivo vincular o conhecimento científico a realidade do aluno, “facilitando dessa forma o aprendizado de conceitos químicos e favorecendo o fortalecimento de habilidades que possam instrumentá-lo para o exercício da cidadania.” (ALBA et al., 2013, p. 82). Logo, além de promover um ensino e aprendizagem significativo dos conceitos químicos, os estudos de caso atuam na formação integral dos indivíduos, indicando a estes as relações da química com a esfera social, tecnológica e ética.

3.8 EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL E O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Há algum tempo percebeu-se a necessidade da inserção dos conceitos científicos, na educação básica, de forma significativa, ou seja, aproximando-os à realidade dos estudantes por meio da problematização de temáticas cotidianas. Fonseca e Loguercio, 2013)

A comunidade de pesquisadores em ensino de química do Brasil, nos últimos anos, tem produzido trabalhos que sinalizam a importância da referida temática para o ensino básico, a partir da divulgação de pontos de interesse da ciência relacionados ao cotidiano da sociedade, a fim de que estes passem a compor os planejamentos e as práticas curriculares em nosso país (FONSECA e LOGUERCIO, 2013, p. 132).

Para trabalhar a EAN no contexto do ensino e aprendizagem de química de forma significativa é plausível levar em consideração as representações sociais dos alunos, ou

seja, as vivências que os mesmos carregam sobre a temática. Considerar as ideias prévias dos estudantes permite a mediação dos processos de produção de conhecimento de forma integral, abordando tanto o conhecimento informal do aluno (representações enraizadas) quanto os conceitos provindos da comunidade científica, como é salientado por Fonseca e Loguercio, 2013, p.133:

Pensando no contexto das aulas de química, consideramos que os educandos apresentam representações enraizadas no âmbito dos universos consensuais, que devem ser profundamente consideradas no planejamento e na execução das atividades de ensino de conceitos científicos, ou seja, aqueles fundamentados nos universos reificados.

O movimento de interação entre o objeto de aprendizagem (conhecimento científico) e a percepção dos alunos deve ser trabalhado de forma atenta, pois integrar os conceitos químicos de forma significativa não é apenas atrelá-los a situações rotineiras. Segundo Wharta et al. (2013) os termos cotidiano e contextualização vêm sendo aplicados em sala de aula de forma simplória e como sinônimos, os autores por intermédio de análise bibliográfica demonstraram que a significação de ambos se restringe, muitas vezes, a utilização de fenômenos para exemplificação dos conceitos químicos. Cotidiano é conceituado pelos autores como a problematização de situações rotineiras, sendo o conhecimento científico não desvinculado das situações e nem mesmo deve estar como protagonista do processo.

Em meio à vida cotidiana existem alguns esquemas de comportamentos e pensamentos que devem ser campo para estudo, porque neles estão embutidos todas as situações e ações que as pessoas vivenciam frente aos fatos e fenômenos do dia a dia (WHARTA et al., 2013, p. 89).

No que se refere à construção do significado do termo contextualização, o qual começou a ser amplamente utilizado nos anos 2000, há uma ambiguidade entre a comunidade científica. Este pode ser considerado como ferramenta pedagógica para relacionar e transpor conceitos científicos às conjunturas rotineiras dos estudantes, diminuindo a distância entre o que é produzido pela ciência e o que é vivenciado pelos mesmos; ou em um sentido mais profundo, que considera a pedagogia transformadora de Paulo Freire, assumindo que contextualização é o desenvolvimentos de práticas que promovem a significação de situações reais por intermédio da problematização e aproximação dos sujeitos aos seus objetos de aprendizagem (WARTHA et al., 2013).

Em um sentido mais amplo, ambos os termos, não devem ser reduzidos à mera exemplificação de fenômenos conhecidos pelos estudantes para trabalhar conceitos

químicos, ou seja, o foco não são os conceitos por si só, mas sim os fenômenos e como os conceitos auxiliam na compreensão dos mesmos, problematizando aspectos, socioculturais, políticos, econômicos, etc. que permeiam as situações em questão.

A educação alimentar e nutricional pode ser concebida como um tema transversal para o ensino e aprendizagem de química e biologia. Por intermédio da EAN pode-se problematizar aspectos como: classificação e composição nutricional dos alimentos, conteúdo energético, efeitos constitutivos e reguladores, metabolismo, saúde corporal, dentro outros.

Abordagens de EAN no ensino e aprendizagem em química podem ser feitas em diversas especificidades, por exemplo, tratando-se de sais minerais há possibilidade de correlação com a química inorgânica; quando o assunto é conteúdo energético infere-se termoquímica e se há interesse em trabalhar macromoléculas, vitaminas e processo de obtenção de energia a área da química em destaque é a orgânica. No que se refere à bioquímica, pode-se abordar diversos assuntos como: macromoléculas, metabolismo celular, estudo das células, etc.

Com o intuito de problematizar a ação dos nutrientes no organismo humano, conceitos de química orgânica e bioquímica podem ser a base para o ensino e aprendizagem significativa da EAN. Uma vez que, boa parte dos nutrientes são compostos por molécula orgânicas, como destacam Pazinato e Braibante (2014).

A introdução da EAN na educação básica como vem sendo discutida no presente trabalho, não é restrita ao ensino e aprendizagem de química, atendo-se à correlação com outras áreas dos conhecimentos, pode-se destacar a bioquímica como campo chave para a compreensão de muitos fenômenos. De acordo com Rahmeier (2019) a introdução da bioquímica na educação básica, muitas vezes, é restringida apenas à complementação dos estudos de química orgânica, portanto, a exploração dos aspectos metabólicos dos alimentos constitui-se como potenciais para a significação de processos bioquímicos.

Dentre o universo de possibilidades apresentado pelo campo da química orgânica e bioquímica, destaca-se a validação da problematização dos carboidratos – principalmente os açúcares. Tal especificidade tem grande relevância socioeconômica e cultural, pois, devido à modificação dos hábitos alimentares da população contemporânea, há um crescente e excessivo consumo de tais nutrientes, o qual vem gerando consequências graves na saúde pública. A natureza dos açúcares e seus impactos na sociedade pode ser empregada como uma unidade temática cotidiana que auxilia a transpor conceitos de química orgânica e bioquímica de forma significativa.

Mediante análise da bibliografia, percebe-se que a inserção da temática EAN na educação básica pode ocorrer de diversas maneiras, Pazinato e Braibante (2014) em seu estudo utilizaram a oficina temática como ferramenta de ensino e aprendizagem em química para alunos de terceiro ano do ensino médio, esta foi estruturada em momentos pedagógicos interativos e práticos com o intuito de relacionar a composição química dos alimentos – identificando suas funções orgânicas e biomoléculas.

Rahmeier (2019) também apresentou em seu trabalho uma proposta de sequência didática (SD) composta por um momento de problematização com questionário de sondagem, realização de uma receita de *brownie* e discussão de um texto sobre diabetes, em um segundo momento foi efetuada aula expositiva dialogada e por fim exercícios. Alves e Paixão (2020) igualmente empregaram uma SD composta por palestras com professores universitários da área agrícola e atividade prática com produção de alimentos.

De uma forma geral, os estudos encontrados sobre o assunto restringem as abordagens de química orgânica ou a bioquímica a especificidades, conceitos pontuais como: cálculos energéticos e funções orgânicas. A maior parte destas é caracterizada por sequências didáticas que abrangem problematizações de concepções prévias, aulas práticas e questionários. Não foram encontrados trabalhos que analisem a aplicabilidade de tecnologias da informação no ensino e aprendizagem de química e/ou bioquímica por intermédio a EAN.

3.9 A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA MEDIANTE A EAN

As disciplinas das Ciências da Natureza, principalmente a química, podem ser caracterizadas pelos estudantes como áreas extremamente complexas ou até mesmo desinteressantes. Realmente a compreensão dos conceitos químicos exige um grande nível de abstração por parte dos estudantes, Fernandes e Castro (2013) apontam que pesquisadores na área de ensino e aprendizagem de química vêm buscando alternativas para tornar mais atrativos os processos de aprendizagem, destacando o investimento na tecnologia da informação e seus ambientes virtuais de aprendizagem como uma boa alternativa para romper estas resistências: “É necessário criar mecanismos ou utilizar tecnologias que auxiliem o aluno no desenvolvimento da capacidade de construção representativa de circunstâncias ou modelo, em questões que necessitam de compreensão de conceitos abstratos” (CRISP et al., 2013 *apud* FERNADES e CASTRO, 2013, p. 2).

Na contemporaneidade, os educadores lidam com jovens nascidos na era digital – os intitulados nativos digitais, estes segundo Prensky (2007) possuem além de comportamentos diferenciados dos imigrantes digitais (não nascidos em meio ao afloramento tecnológico) são dotados de sistemas de compreensão e aprendizagens diferenciados. O referido autor enfatiza a capacidade de plasticidade da mente humana, a qual se adapta e moldam-se as realidades dos meios em que o indivíduo está inserido, seja em âmbitos fisiológicos ou psicológicos. Tal perspectiva é referenciada por outros autores, como Bruno (2010, p. 15)

O cérebro, a mente, nossos organismos são, em alguma medida, plásticos (...) somos seres plásticos em nossa constituição orgânica e em nossas relações sociais. Assim, podemos entender que a aprendizagem, enquanto fruto da relação integrada do sujeito com o meio, do ser biológico com o social-cultural, da emoção com a razão, ela é plástica, fluida, flexível e dinâmica.

Os sistemas de acomodação de conhecimentos dos nativos digitais para Prensky (2007) ocorrem de formas diferentes aos seus antecessores, insinua-se que suas estruturas cognitivas estão em paralelo e não sequenciadas, talvez, tal afirmação possa explicar a predisposição que os jovens possuem em se conectar a diversas tarefas ao mesmo tempo e a dificuldade em promover um raciocínio linear. Obviamente, estas questões não são tão simplistas e envolvem muitos outros aspectos, os quais se relacionam até mesmo com o modo de vida pós-moderno descrito por Bauman (2001).

Os jovens exibem, claramente uma tendência de comportamento social voltado às mídias, seja por contato com redes sociais ou games, muitas das horas de seus dias são empregadas nestas tecnologias, portanto, é plausível utilizar destes recursos para proporcionar um ensino e aprendizagem mais atrativo (ABREU, 2009).

Para produzir espaços virtuais de ensino e aprendizagem, assim como na produção de qualquer outra ferramenta educativa, deve-se ter clareza a respeito dos objetivos e metodologias epistemológicas. Para trabalhar com aprendizagem significativa, por exemplo, não convém, a confecção de sistemas virtuais que meramente reproduzam um ensino tradicional por intermédio de tecnologias da informação (TICs). Abreu (2009) exemplifica tal reflexão ao mencionar o site *Khan Academy*, um website e canal do *youtube* que produz vídeos sintetizados sobre assuntos específicos. Sem desvalorizar o trabalho realizados pela ferramenta, inclusive incentivada e patrocinada por Bill Gates, o autor menciona que esta não rompe as barreiras do ensino/aprendizagem tradicional e que é necessário desenvolver discussões acerca das potencialidades das TICs.

Em contraponto aos métodos tradicionais de ensino de química, os quais estimulam o reforço e memorização de conceitos, a metodologia de estudos de caso promove intervenções investigativas e instigadoras, ao passo que torna o estudante sujeito atuante na construção dos conhecimentos. Portanto, aliar esta metodologia às ferramentas disponibilizadas pelas tecnologias da informação pode-se suscitar bons resultados no ensino de química.

Tal aliança é justificada pelas proposições de Prensky, quando o mesmo menciona que as noções de trabalho e execução de tarefas para os nativos são semelhantes ao comportamento de um jogador em harmonia com o desenvolvimento da subjetividade, acarretando em uma aptidão para lidar com situações problemas e elementos fantasiosos com altos níveis de criatividade.

Neste contexto os dispositivos móveis - conhecidos como tecnologias móveis e sem fio (TMSF) - tais como *smarthphones* e *tablets* configuram mais uma ferramenta didática no ensino de química. Estes possibilitam a mobilidade da aprendizagem em sala de aula, além de permitir que as atividades sejam prolongadas para do espaço físico das unidades escolares. Intitulada como *mobile learning*, essa categoria está para além da aplicação das tecnologias, posto que, leva em consideração os aspectos sócio-interacionais (NICHELE e SCHLEMMER, 2014).

Os TMSF são atrativos e muito bem aceitos pelos estudantes, devido a vários fatores que vão desde a familiarização dos nativos com a utilização até a possibilidade de estar interligado a uma gama de tarefas ao mesmo tempo “a simplicidade e rapidez para utilização, a interface amigável, a facilidade para instalar os aplicativos que aos *tablets* dão múltiplas funcionalidades, são aspectos que contribuem para a sua rápida aceitação e disseminação mundial (NICHELE e SCHLEMMER, 2014, p. 4).

Portanto, explorar as potencialidades das TIC's no ensino e aprendizagem em ciências da natureza, transladando para meios virtuais metodologias de ensino consistentemente fundamentadas na aprendizagem investigativa – como os estudos de caso – pode viabilizar uma melhor significação para conceitos abstratos e complexos em uma configuração mais cativante e adjacente a realidade dos jovens.

3.10 FERRAMENTAS DIGITAIS E O ENSINO HÍBRIDO

A educação a distância (EAD) surgiu no século XIX, na Inglaterra, Estados Unidos e Suécia, em cursos por correspondência (MOORE; KEARSLEY, 2007 *apud* MARTINS, 2020), no entanto seu debate e estabelecimento de bases norteadoras ocorreu somente em 1960, na Alemanha. Na época, as ferramentas disponíveis para a construção dos materiais didáticos e comunicação entre professores e alunos eram, basicamente: material impresso, fitas de áudio e vídeo e telefone. A partir dos anos 90 foram introduzidas as tecnologias da informação, as quais permitiram maior eficácia na comunicação (MARTINS, 2020).

O ensino híbrido, por sua vez, surgiu nos Estados Unidos e Europa, nos anos 60, primeiramente no ensino superior, como uma forma de engajamento às aulas EAD propondo a aproximação do discentes ao corpo docente. Após esta modalidade foi relacionada às metodologias ativas, expandindo-se para outros níveis de ensino (BRITO, 2020).

É relevante salientar a diferença entre EAD e ensino híbrido, a primeira é uma modalidade de ensino, assim como a presencial; a segunda, por sua vez, é uma forma de ressignificar as práticas educacionais, mediante a mescla de ações presenciais e a distância que envolvam TIC's.

De maneira geral, as tecnologias da informação são ferramentas que oferecem suporte às aulas presenciais desde a popularização dos computadores. No entanto, o ensino híbrido não se restringe ao uso destas como mais uma ferramenta, elas devem ser utilizadas como meio de interlocução entre os momentos presenciais e online.

Alguns modelos para este ensino, segundo Novais (2017), são bem definidos e validados na pedagogia, são eles: modelo de rotação, rotação por estações, laboratório rotacional, sala de aula invertida, rotação individual, modelo “*flex*”, modelo “*a la carte*” e “modelo virtual enriquecido”. Cada estratégia de ensino e aprendizagem citada anteriormente possui suas peculiaridades, no entanto, compartilham o mesmo objetivo: integrar o ambiente virtual e presencial, evitando a polarização e potencializando o uso das tecnologias na educação.

A comunidade científica ainda não possui uma definição exata para o ensino híbrido, sendo um dos desafios a construção de uma metodologia pedagógica aplicada às suas singularidades. Em linhas gerais, BRITO (2020 p. 6) faz algumas definições a respeito: “(...) ensino híbrido, como todas as ações pedagógicas em ambiente misto,

resultantes dos ambientes presencial e virtual”. Depreende-se dessa afirmação que as ações pedagógicas no ensino híbrido não ocorrem obrigatoriamente em um único momento pedagógico (aula ou período), porém cada momento deve prever uma continuidade, seja em ambiente virtual ou presencial, construindo uma lógica de integralidade e correlação entre as modalidades.

Em 2020, a EAD, o ensino híbrido e o ERE assumiram papel importante na esfera educacional mundial. No final de 2019, a China foi acometida por uma infecção viral que se alastrou rapidamente por todo globo. O Brasil sofreu as consequências da ação do vírus, Sars-CoV-2, em março de 2020, período em que foram registrados os primeiros casos de contaminação. Surgiu então um cenário tortuoso, uma quarentena – que perdurou cerca de um ano – milhares de mortes e a busca por uma “cura” mediante a corrida para a descoberta de uma vacina eficiente. No final do ano de 2020, a vacinação chegou ao Brasil, no entanto, com uma progressão lenta, em setembro de 2021 o país não havia conseguido imunizar toda a população.

Neste panorama trágico, o caos imperou por muitos meses no sistema educacional brasileiro, houveram trocas de ministro da educação e nenhuma medida pública eficiente para atenuar os efeitos da pandemia. Os estudantes de todos os níveis de ensino depararam-se com o ERE – ensino remoto emergencial – o qual levou bastante tempo para “ajustar-se” à realidade de cada comunidade escolar. Instituições públicas e privadas criaram meios para dar sequência ao ano letivo, infelizmente, a população carente foi a mais prejudicada devido à falta de acesso a ferramentas digitais e à internet.

É importante ressaltar que o ensino remoto emergencial (ERE), termo criado no contexto de pandemia não possui definição educacional, por isso, não deve ser considerado uma modalidade de ensino, mas uma medida alternativa para a progressão do processo de ensino e aprendizagem que era realizado de forma presencial (BEHAR, 2020).

Porém, o ERE fez com que os educadores e instituições percebessem que não há mais como negar a influência digital na educação formal, os *smarthphones* que tinham seu uso dentro de sala de aula proibido por lei foram os maiores aliados do sistema educacional na pandemia, assim como, os aplicativos de rápida comunicação, as plataformas de transmissão de vídeo, por exemplo: *Zoom* e *Google Meet* e repositórios digitais como *GoogleClasroom* e *Microsoft Teams*.

Com o avanço da vacinação, está sendo possível retornar parcial e gradativamente à modalidade presencial. Muitas escolas criaram sistemas de rotação de grupos de alunos,

desta forma, incluindo aulas online e presenciais. Nestas circunstâncias as estratégias do ensino híbrido poderiam ser colocadas em prática.

Os reflexos da pandemia na sociedade ainda estão em curso, porém, mesmo sem exatidão, é possível fazer uma análise dos danos causados no sistema educacional. Dentre eles pode-se destacar o despreparo dos docentes e instituições em lidar com ferramentas digitais de forma eficiente.

Existem muitos cursos de graduação e pós-graduação que possuem disciplinas voltadas à inserção de ferramentas digitais no ensino e aprendizagem, no entanto, nestas as TIC's aparecem como mais um recurso pedagógico, não como instrumentos condutores de todas ou a maior parte das aulas. Além das dificuldades de manipulação das tecnologias, os docentes, na sua grande maioria, não possuíam formação necessária para lidar com a modalidade de ensino híbrido desconhecendo suas metodologias de aplicação.

Os estudantes, por sua vez, apesar de serem, na sua maioria, nativos digitais, apresentaram dificuldades para trabalhar com as ferramentas educacionais, o que traz a tona o uso raso das TIC'S, apenas para lazer e comunicação.

Hoje, a maior parte das escolas encontram-se atuando no ensino híbrido ou estão retornando à modalidade presencial, assumindo protocolos de segurança. Todavia, o modo de “fazer educação” não será mais o mesmo, as TIC's tomaram seu espaço, fazendo-se necessário tornar essa introdução benéfica a todos os atores do campo educacional. O investimento em políticas públicas que auxiliem as escolas nessa imersão, como projetos de formação continuada voltada a professores e pedagogos é uma boa alternativa para tornar a experiência mais fluída.

Mesmo construído antes do período pandêmico, o produto didático oriundo desta pesquisa, encaixa-se neste contexto, tornando-se uma alternativa aos docentes no ensino e aprendizagem de química e biologia, de forma interdisciplinar e aplicada. O aplicativo possui uma interface clara e didática, facilitando a compreensão do usuário e pode ser adaptado a diferentes realidades e níveis de ensino.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 Cenário de Pesquisa

O seguinte estudo é voltado à identificação da utilidade e viabilidade de um aplicativo que disponibiliza estudos de caso em meio virtual, objetivando a

problematização do assunto: metabolismo de açúcares através do estudo da química orgânica e bioquímica.

A ferramenta foi aplicada em duas turmas de primeiro ano do ensino médio, contando com a participação de 25 alunos de uma escola particular localizada na cidade de São Leopoldo (RS) no ensino híbrido.

A aplicação ocorreu em um momento didático, subdividido em três etapas - cerca de 50 minutos - com cada uma das turmas, em aulas de Ciências da Natureza (Biologia e Química) com o intuito de identificar as potencialidades do aplicativo, notando se o mesmo auxilia na construção dos conceitos de bioquímica alimentar e EAN. Também houve a intenção de analisar sua viabilidade em sala de aula e quais são as perspectivas dos alunos sobre a ferramenta didática. Neste estudo, foram analisadas apenas as potencialidades relacionadas a bioquímica, porque uma turma de primeiro ano do ensino médio - no primeiro trimestre do ano letivo - não teria bagagem de conhecimento suficiente para trabalhar conceitos de química orgânica.

A percepção dos estudantes foi obtida de duas formas: i) Questionário de concepções prévias: disponibilizado no produto por meio de um link de acesso. A ferramenta é composta por questões objetivas que abordam conceitos de bioquímica e química orgânica. A orientação aos estudantes foi responder apenas às perguntas referentes à bioquímica. ii) Resolução de dois estudos de caso. iii) Rodada de debate, permitindo a análise dos discursos dos estudantes a fim de identificar a influência do aplicativo na construção dos conceitos.

4.2 Produto Didático: Aplicativo “Sugar Town”

O aplicativo desenvolvido e analisado nesta pesquisa é um repositório de estudos de caso. As histórias possuem uma apresentação lúdica, sendo retratadas por personagens que fazem alusão a doces em uma cidade intitulada “*SugarTown*”.

A confecção do produto foi efetuada em parceria com o NAPED - Produção Multimídia para a Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), núcleo estabelecido em 2009 o qual fornece suporte às ações educativas EAD, prioritariamente na produção de materiais de aprendizagem digitais. Como motor do aplicativo foi utilizado o mecanismo: *Unity*, versão 2019.2.0f1; o tamanho do aplicativo é: 26M. A ferramenta é gratuita, está disponível na *PlayStore* da Google; é compatível com o sistema *Android* (4.1 ou superior), não é compatível ao sistema *IOS*.

A ferramenta didática está passando por processo de patenteamento, intenciona-se o registro e a preservação das ações de todos os profissionais envolvidos na sua construção.

A primeira ação do aplicativo é apresentar uma mensagem que direciona o jogador a uma página de cadastramento que possui o questionário de ideias prévias - instrumento de coleta de dados (figura 4) este é composto por oito questões objetivas sobre conceitos de química orgânica e bioquímica alimentar (apêndice I), após respondê-las o usuário retorna ao aplicativo e pode iniciar os estudos de casos. Para fins de análise da pesquisadora, as informações do questionário são armazenadas em um banco de dados.

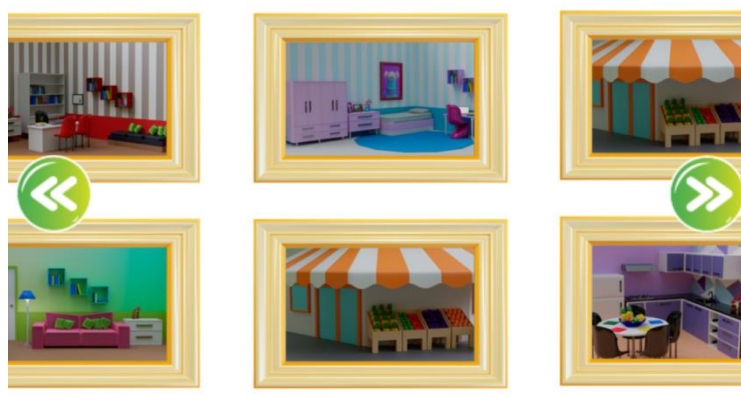
Figura 4: Recurso de acesso ao questionário



Fonte: aplicativo Sugar Town

O *layout* inicial do aplicativo é composto pelos seguintes cenários da cidade: cozinha, sala de estar, mercado, consultório do nutricionista e quarto, conforme é demonstrado na figura 5.

Figura 5: Cenários



Fonte: aplicativo Sugar Town

Nos ambientes são apresentados diálogos entre personagens (*cartoons*) conforme figuras 6 e 7. Em cada cenário há um estudo de caso diferente, totalizando dez histórias.

No final de cada diálogo o jogador é confrontado a resolver uma situação problema - “Problematização” (Figura 8).

Posteriormente, o aplicativo fornece uma sugestão de resolução, permitindo que o estudante a compare com sua resposta (figura 9). O jogador possui livre mobilidade entre os casos, ou seja, não há uma sequência definida para suas resoluções.

Figura 6: Personagens SugarTown



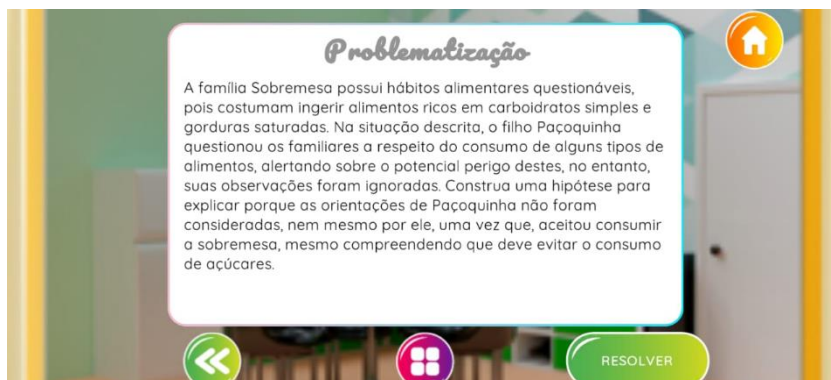
Fonte: aplicativo Sugar Town

Figura 7: Diálogos



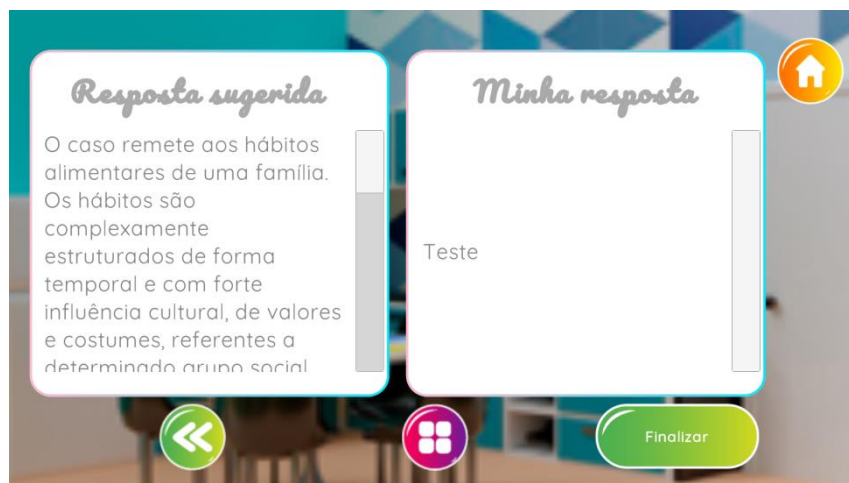
Fonte: aplicativo Sugar Town

Figura 8: Situação problema



Fonte: aplicativo Sugar Town

Figura 9: Comparação entre respostas



Fonte: aplicativo Sugar Town

A utilização desta ferramenta na educação formal pode ocorrer de diversas formas. No que se refere à modalidade de ensino, sua presença é viável tanto para o ensino presencial, por intermédio de um mediador - professor (a) - quando para o remoto.

É viável a adaptação da ferramenta a diferentes públicos e áreas do conhecimento. Apesar de conter conceitos específicos de química orgânica, assunto geralmente explorado no terceiro ano do ensino médio na disciplina de química na educação básica, intervenções podem ser realizadas em aulas de biologia – quando abordada a bioquímica de nutrientes ou até mesmo no ensino superior com turmas de primeiro semestre de cursos como licenciatura em química, por exemplo.

Os estudos de casos podem auxiliar na percepção dos educadores a respeito das ideias prévias dos estudantes; como um instrumento problematizador de conceitos específicos - gerando debates interdisciplinares ou para recapitular assuntos já trabalhados. O teste do produto didático, nesta pesquisa, foi realizado na modalidade híbrida. O aplicativo foi norteador de um debate de concepções prévias sobre carboidratos e educação alimentar e nutricional em duas turmas de primeiro ano do ensino médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

4.3 Classificação da Pesquisa

Uma vez definida a problemática, foi selecionado o tipo de pesquisa mais pertinente ao tema. Optou-se por uma pesquisa qualitativa, mais especificamente, por meio da metodologia de estudo de caso, devido ao tamanho da amostra e seu grau de detalhamento. Ambicionou-se responder às indagações deste trabalho por meio de coleta

de dados de caráter objetivo e comparativo, em busca de um maior conhecimento sobre as interações do objeto de estudo (aprendizes de química e biologia) com o produto didático (aplicativo).

Para caracterizar e justificar a utilização do estudo de caso, neste projeto, foram explorados os conceitos de Ludke e André (1986). Segundo as autoras, este tipo de pesquisa é delimitado, por interesses e propósitos singulares, dentro de uma realidade mais ampla. Ou seja, para caracterizar uma pesquisa como estudo de caso, a mesma deve ser estruturada da seguinte forma: visar uma descoberta, embora o pesquisador tenha suas concepções a respeito do caso; este deve estar atento à detecção de elementos do ambiente de pesquisa, de modo a estar sempre vivenciando novas situações e buscando respostas para suas indagações, processo que perdura durante todo o desenvolvimento do trabalho.

A interpretação do contexto também é indispensável no estudo de caso. Ou seja, é necessário analisar os aspectos históricos, culturais socioambientais e socioeconômicos, nos quais o objeto de estudo está inserido. Posto isto, busca-se delinear a realidade de forma completa e reflexiva, evidenciando a complexidade nata das inter-relações entre os componentes nas diversas situações. Para entender como se dão as inter-relações, o pesquisador deve ter uma ampla base de dados, coletados em diversos momentos e situações, provenientes de fontes e informantes variados. Logo, esta modalidade de pesquisa procura demonstrar os diversos, por vezes, divergentes pontos de vista, não eximindo a reflexão e posicionamento do pesquisador sobre os mesmos.

As informações contidas em um estudo de caso são passíveis de generalizações naturalísticas, o que significa que o leitor da pesquisa pode comparar e aplicar os dados provenientes em suas vivências. Como último aspecto relevante para a construção de um estudo de caso, Ludke e André (1986) salientam sobre as formas de demonstração dos dados mediante uma linguagem simplificada que possibilita o pesquisador utilizar termos informais, narrativas ilustradas com figuras de linguagem, citações, exemplos e descrições, as quais podem ser demonstradas por meio de desenhos, fotografias, discussões dentre outras formas.

Estes aspectos devem estar presentes nas três fases de um estudo de caso citadas por Nisbett e Watt *apud* Ludke e André (1986), sendo elas: exploratória ou aberta, que consiste na investigação teórica sobre o assunto a ser pesquisado, definindo precisamente o objeto de estudo. A delimitação do estudo, etapa seguinte, onde o pesquisador procederá à coleta de informações, indicando os focos de sua investigação. Por fim, a análise

sistemática e elaboração dos documentos, relacionando as informações obtidas e posicionando-se a respeito destas.

4.4 Metodologias de análise de dados: Análise de conteúdo

A análise de dados não marca, necessariamente, o término de uma pesquisa, pois a mesma depende das etapas anteriores do estudo, idas e vindas entre o referencial teórico e os resultados obtidos são essenciais para estabelecer dialética entre todas as fases do trabalho. Desta forma, se os dados obtidos não são esclarecedores, tem-se de retomar as coletas, ao passo de tentar solucionar o problema de pesquisa. O contrário também é válido, pois se as considerações obtidas pelos dados forem opostas as ideias iniciais deve-se reestruturar os conhecimentos nos quais a pesquisa foi embasada.

Minayo (1996) chama atenção para três obstáculos: a ilusão do pesquisador em achar que a interpretação dos dados é extremamente cristalina, assumindo um nível raso de interpretação e reflexão. O segundo cuidado a ser tomado é referente ao esquecimento dos dados coletados, o que pode ocorrer quando o pesquisador se envolve muito com as técnicas de análise, restringido o universo da pesquisa. Por fim, a dificuldade em articular dados complexos e abstratos, caracterizando um distanciamento entre os fundamentos teóricos e a prática de pesquisa.

Tomando os devidos cuidados, deve-se proceder com a análise propriamente dita. O tipo de método que o pesquisador irá optar está relacionado ao caráter da pesquisa. Nesta pesquisa, o método escolhido é: análise conteúdo.

Segundo Bardin (1977) a metodologia utiliza-se de técnicas para o acolhimento e interpretação de determinado conteúdo - seja literal ou verbal – para efetivação do estudo são necessários procedimentos sistemáticos que permitam a dedução de conhecimentos.

I. Análise do questionário Objetivo

Os dados obtidos no questionário foram estudados através da metodologia de análise de conteúdo, para isso foram registradas as respostas de forma gráfica. Após, foram estabelecidas relações entre as respostas dos questionários - obtidas antes da interação com os estudos de caso – e o conteúdo do discurso dos alunos, após a realização dos casos.

I. Análise das percepções dos estudantes:

A análise das falas dos estudantes foi realizada na forma de debate, nas turmas mencionadas na caracterização do cenário de pesquisa. Como forma de registro, foi utilizada gravação da aula com áudio e vídeo, onde as percepções dos estudantes foram registradas para reflexão posterior. O discurso foi interpretado com o auxílio dos seguintes recursos:

Etapa I – Expressões chaves (EC): são trechos de descrição literal do discurso obtido mediante o debate, destacadas pelo pesquisador como essências de cada depoimento ou percepção. As expressões serão demonstradas ao longo do desenvolvimento da análise, mediante quadros, estes identificam os discursos dos estudantes que foram relevantes para a construção das categorias ou núcleos de sentido.

Etapa II – Núcleos de Sentido (NS): é a categorização das principais ações e percepções dos alunos. Estes núcleos se referem às ideias principais, que segundo Minayo (1996) são categorias empíricas, uma intitulação dada a um conjunto de falas que possuem significados semelhantes. Todas as expressões, citadas anteriormente, que possuem significados similares foram agrupadas nos núcleos de sentidos, os quais constituem as categorias empíricas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta etapa é dedicada à decifração das informações obtidas no processo de coleta de dados. Menciona-se como análise de dados, pois, partindo da concepção de Minayo (1996) acredita-se que este fenômeno possui um amplo sentido, contemplando o processo de interpretação, o qual ocorre até mesmo durante a coleta de dados, o escopo desta etapa seria então um olhar atento sob todo o material adquirido.

Para estabelecer uma hermenêutica sobre aquilo que foi coletado se faz necessário à sistematização e organização dos dados, nesta pesquisa as etapas utilizadas para organização dos dados foram: identificação de expressões chaves (etapa I) e construção de núcleos de sentido (etapa II).

O teste do produto didático contou com a participação de 25 alunos pertencentes a duas turmas de primeiro ano do ensino médio em aulas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O procedimento de análise do produto foi feito em três momentos pedagógicos:

- i) Primeiramente os alunos responderam às perguntas 2, 3, 4, e 6 do questionário de concepções prévias (apêndice I) - arquivo presente em uma página da internet e indicado na primeira tela do aplicativo.
- ii) O segundo momento foi direcionado à resolução, individual, de dois estudos de casos pertencentes ao aplicativo, foram eles: “Não é apenas uma refeição” e “O Brinde” (apêndice II). Os alunos registraram suas respostas no campo indicado, após compararam com as sugestões propostas pelo aplicativo.
- iii) A última etapa foi um debate sobre a resolução dos casos, neste momento, os alunos também expuseram suas percepções a respeito do questionário inicial.

A escolha das estórias (estudos de caso) foi realizada de acordo com o nível de complexidade apropriado ao público alvo, bem como, as perguntas do questionário de concepções prévias. Os casos mencionados acima não possuem apresentação de conceitos complexos de química orgânica ou bioquímica, dentro do espectro destes estudos são mais basais, no entanto, de suma importância para a problematização da EAN, possibilitando abordagens interdisciplinares em sala de aula.

A escolha dos estudantes, bem como, da metodologia de aplicação ocorreu em detrimento de dificuldades encontradas na aderência da proposta inicial do teste. A ideia inicial era a resolução dos 10 estudos de caso disponíveis no aplicativo e de um questionário reflexivo contendo o mesmo conteúdo do inicial. Nesta última etapa, a intenção seria identificar se os problemas auxiliaram na construção de novos conhecimentos.

No entanto, percebeu-se baixo engajamento dos estudantes em fazer aderir à proposta inicial na modalidade ERE, devido às circunstâncias decorrentes da pandemia. Foram realizadas cinco tentativas. Dentre elas, três na modalidade EAD, no ano de 2020, obtiveram baixa adesão, principalmente no que se refere à conclusão dos casos e questionário final (reflexivo). As duas últimas tentativas foram realizadas em 2021, na modalidade presencial e acabaram sendo frustradas devido aos protocolos de segurança das escolas que estavam sendo acometidas com casos de infecções por SARS-CoV-2.

O teste, alvo desta análise, foi efetuado nas turmas da pesquisadora em questão, no ensino híbrido, com devidas adaptações. A amostra foi reduzida, assim como, o número de casos a serem realizados. Manteve-se o questionário de ideias prévias e a última etapa (debate) assumiu a posição do questionário reflexivo, estabelecendo conexões entre as etapas anteriores.

As respostas do questionário de ideias prévias foram computadas em um banco de dados e sua tradução está nos gráficos a seguir, o eixo x representa as alternativas e o eixo y traz o número de alunos que marcaram as mesmas.

As questões 1, 5, 7 e 8 do questionário de ideias prévias possuem um nível de formulação mais elevado, portanto, não se aplicam aos alunos do primeiro ano do ensino médio, desta forma, foram desconsideradas nesta etapa da análise.

Gráfico 1: Respostas da questão 2

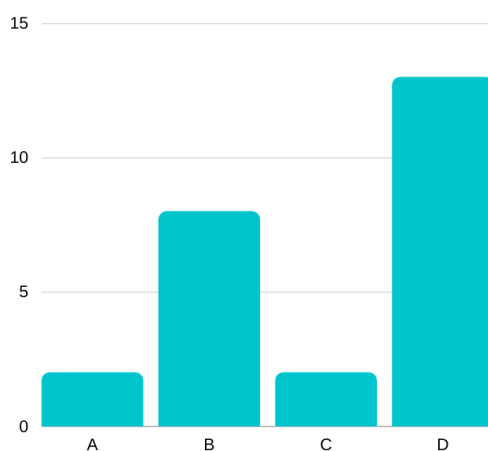


Gráfico 2: Respostas da questão 3

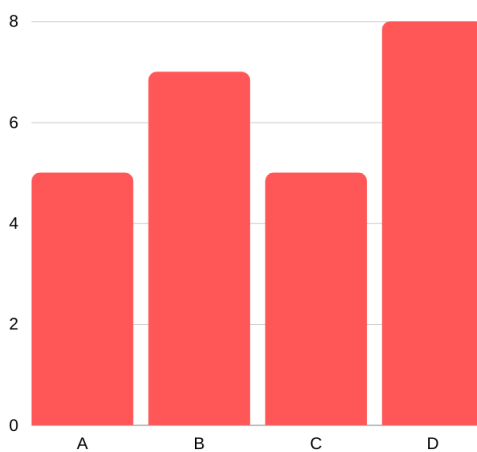


Gráfico 3: Respostas da questão 4

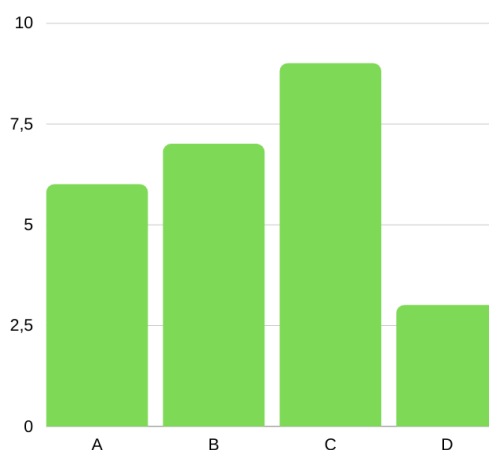
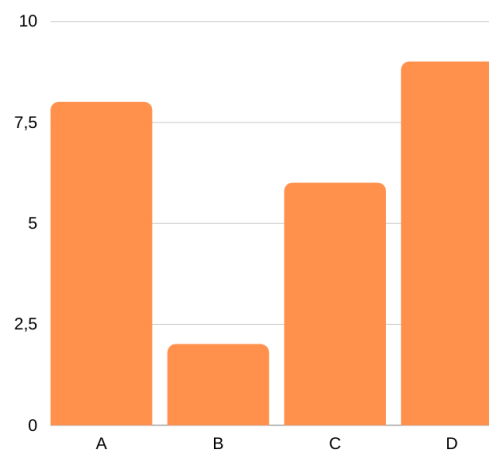


Gráfico 4: Respostas da questão 6



A questão 2 versa sobre a estrutura da sacarose: “A sacarose é um dissacarídeo formado pelas seguintes unidades” nesta questão 13 alunos (52% da turma) marcaram a alternativa correta, letra “d) Glicose e Frutose. Parte significativa da turma – 8 alunos (32%) marcou letra “b) Glicose e Lactose” incluindo a lactose na constituição da sacarose. Esta percepção pode estar relacionada com a popularização do principal açúcar presente no leite devido aos efeitos de intolerância ou alergia causados em parte da população. A menção da lactose pode também ser relacionada ao apelo midiático da indústria de alimentos ao atrelar produtos saudáveis à ausência de lactose.

É possível identificar tal apontamento na fala dos estudantes, na etapa 2 (debate) quando questionados sobre o que é um alimento saudável, três alunos apontaram como um dos critérios a isenção de lactose. Sabe-se que a ausência de lactose não assegura a qualidade nutricional de um alimento, no entanto, este argumento é utilizado pela

indústria de alimentos para mascarar a presença de açúcares de adição e gorduras hidrogenadas, por exemplo.

A questão 3 aborda diferentes tipos de açúcares de adição caracterizando aspectos da produção e composição bioquímica destes: “Os açúcares são uma classificação de carboidratos que possui complexidade estrutural simples comparado aos outros, uma vez que, são monossacarídeos e oligossacarídeos. Esses provêm de diversas fontes e possuem características particulares. Sobre estas, assinale a alternativa correta. ”

A resposta correta era letra “c) O melado é feito a partir da cana-de-açúcar, este possui maior concentração de cálcio e ferro do que o mel e menor quantidade de frutose. ” à qual traz origem e composição nutricional do melado - foi marcada por 7 alunos (28%), no entanto, a alternativa mais assinalada foi a “d) O mel é predominantemente formado por sacarose e possui menor riqueza nutritiva do que o açúcar refinado.” com 8 respostas (32%), esta afirma que o açúcar refinado é mais nutritivo do que o mel, indicando que a composição do último é exclusivamente sacarose.

Não foi identificado na fala dos estudantes indícios para a justificativa de tal resposta, no entanto, é possível fazer uma transposição de tal apontamento, levando em consideração os hábitos alimentares de grande parte da população pós-moderna, sabe-se que há uma significativa quantidade de mel produzido a partir de xaropes de glicose disponível nas prateleiras dos supermercados, desta forma, este item - “adulterado” – passa a ter uma pobreza nutricional ainda maior do que ao açúcar refinado, por conta da alta concentração de glicose. Porém, esta extrapolação não compete à percepção que os estudantes possuem sobre a composição bioquímica do mel.

A questão 4 versava sobre reação de Maillard: “Os açúcares redutores são aqueles que reagem com _____ formando _____ compostos que causam o escurecimento não enzimático nos alimentos, as reações quem compõem este fenômeno são chamadas de reações de _____ as quais causam degradação de células animais. ”

As alternativas mais marcadas foram: “c) Outros carboidratos – Melanoidinas – Caramelização” (9 respostas – 36%); “b) Proteínas - Melanoidinas e Amidas Acrilamida – Maillard” (7 respostas – 28%) e “a) Lipídios - Melanoidinas e Amidas Acrilamida – caramelização” (6 respostas – 24%). A resposta correta é a letra b.

O assunto reação de Maillard já havia sido problematizado nas turmas em uma atividade prática, no entanto, os conceitos não foram explorados de forma aprofundada. Acredita-se que a grande parte dos alunos optaram pela alternativa c porque a associação

de escurecimento não enzimático ao processo de caramelização já havia sido identificado como um senso comum, estes, quando solicitados a identificar alimentos que sofriam reações de Maillard indicavam o açúcar caramelizado como um exemplo.

A letra a, também recebeu um número relevante de respostas, nesta alternativa, a caramelização também aparece. Além disso, a presença da palavra lipídios pode ter levado alguns estudantes a confundir a oxidação de ácidos graxos com o escurecimento não enzimático.

Por fim, a questão 6, “O açúcar invertido é extremamente utilizado na indústria de alimentos para a produção de balas, biscoitos e outras mercadorias. A produção deste ocorre mediante”. A alternativa mais assinalada foi “d) A síntese enzimática da Sacarose a partir de uma molécula de glicose e outra de frutose.” - 9 respostas (36%) seguida pela letra “a) A hidrólise enzimática da Sacarose formando uma molécula de glicose e outra de frutose.” - 8 respostas (32%), a alternativa correta.

O equívoco dos alunos, reconhecido no debate, foi o não reconhecimento dos termos “hidrólise” e “síntese”, visto que são alunos de primeiro ano de ensino médio, ainda estão se familiarizando com as terminologias da química.

O momento do debate foi caracterizado por relações entre os estudos de caso com as perguntas do questionário, evidenciando que as histórias auxiliaram no esclarecimento das dúvidas. Porém o mais pertinente a ser destacado foram as diversas falas de reflexão e conexões entre as histórias dos personagens e vivências cotidianas dos estudantes.

Para destacá-las e analisá-las foi utilizado o sistema de expressões chaves (falas dos estudantes transcritas) e núcleos de sentidos (interpretação da pesquisadora) descritos nos quadros abaixo. Os casos interpretados pelos estudantes estão descritos abaixo, foram eles, caso número 1 (quadro 2) e caso número 2 (quadro 3).

Figura 10: Estudo de caso 1 – parte I

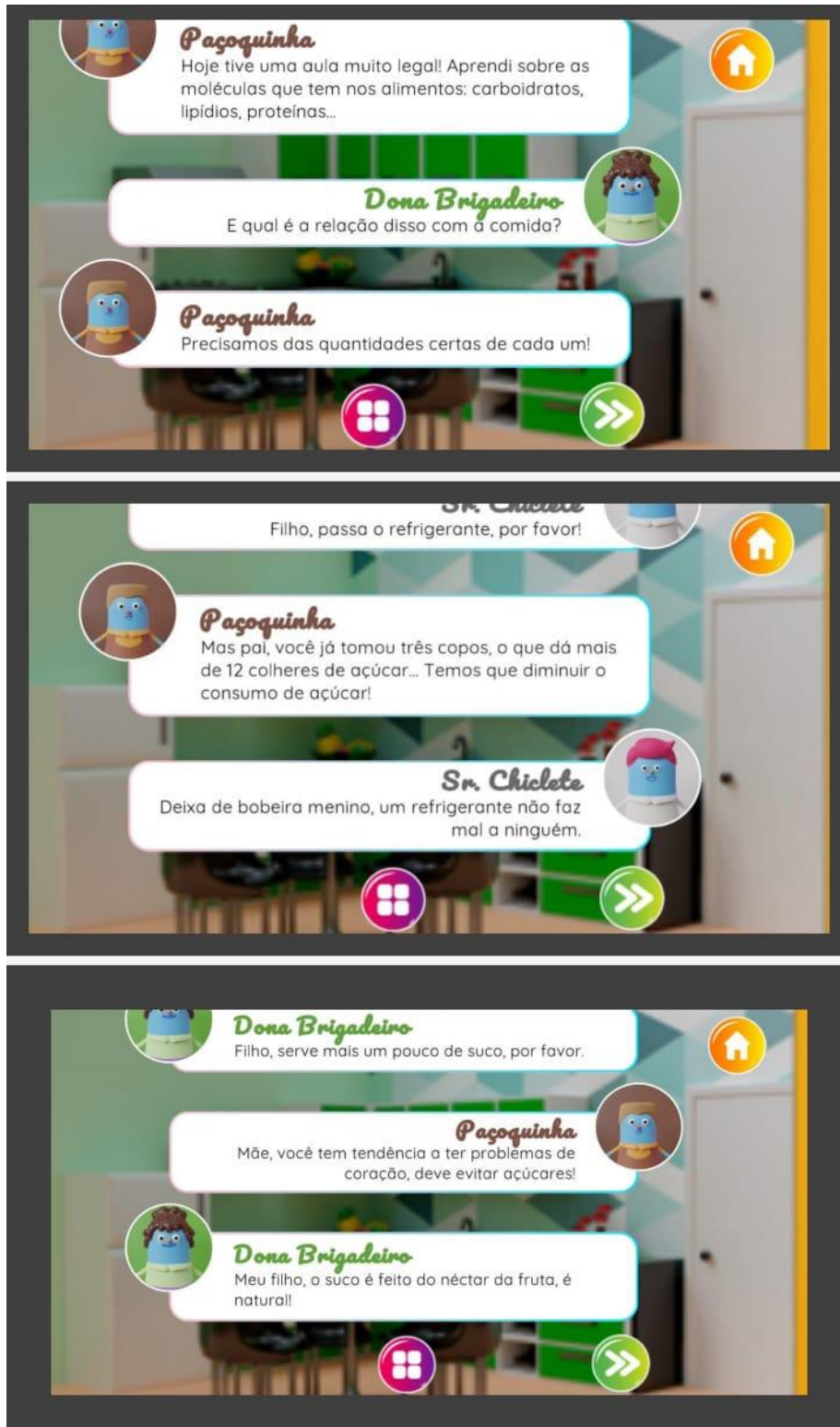


Figura 11: Estudo de caso 1 – parte II

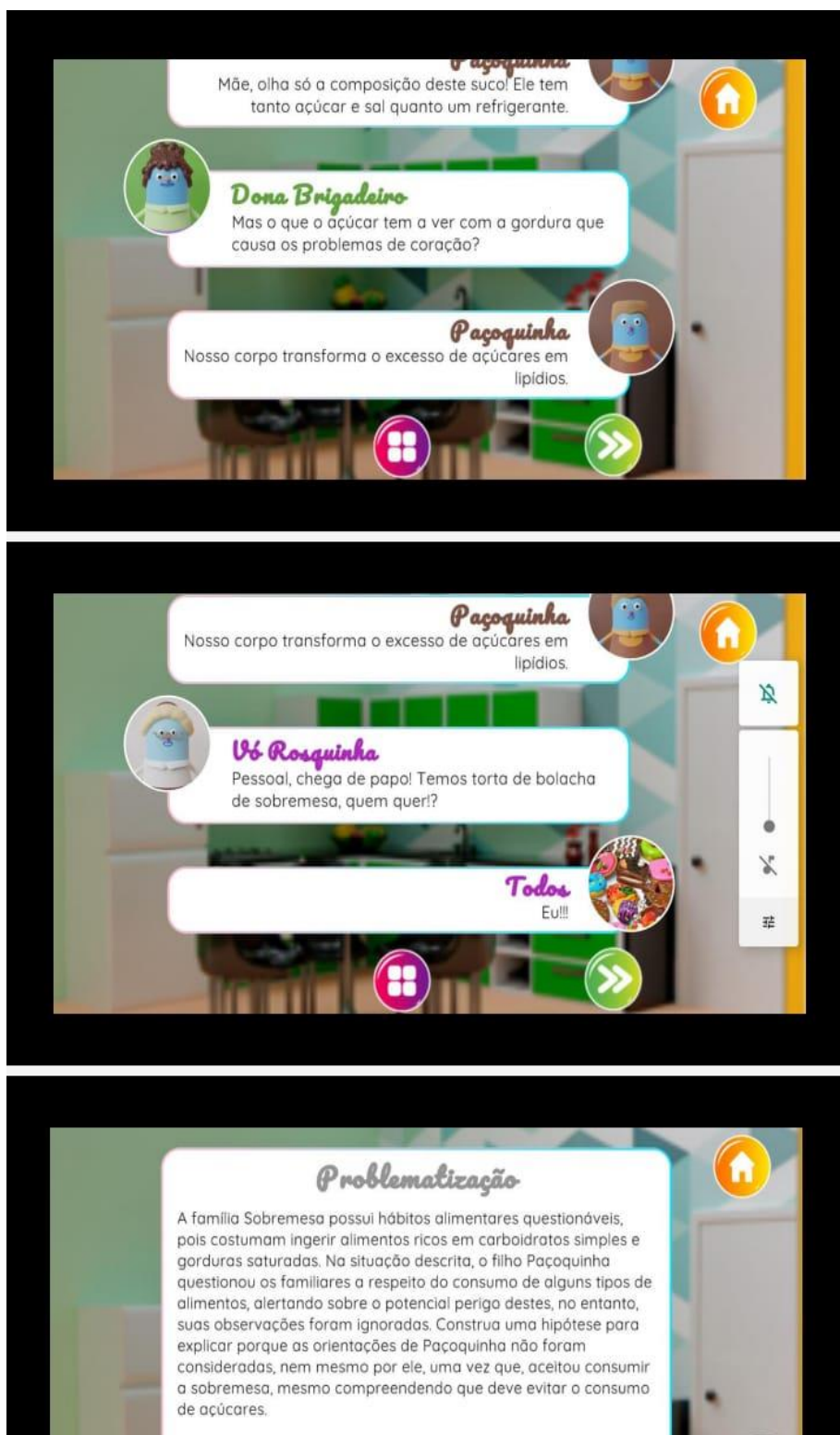


Figura 12: Estudo de caso 2 - parte I

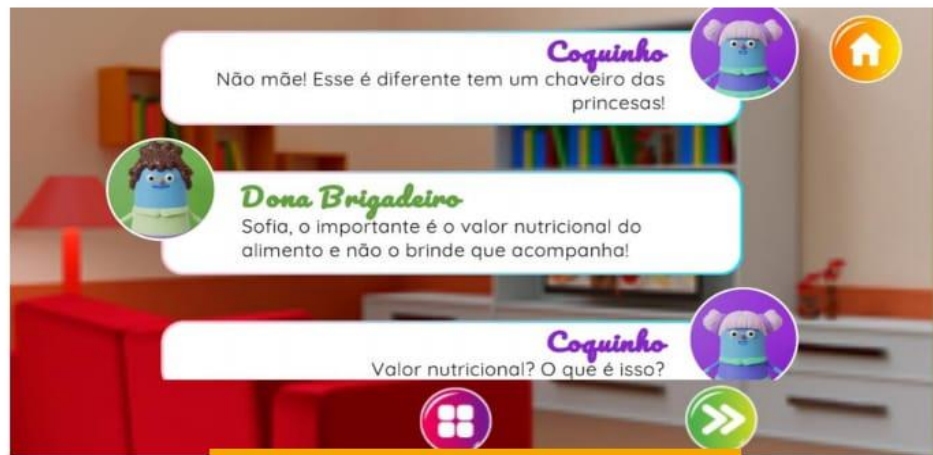
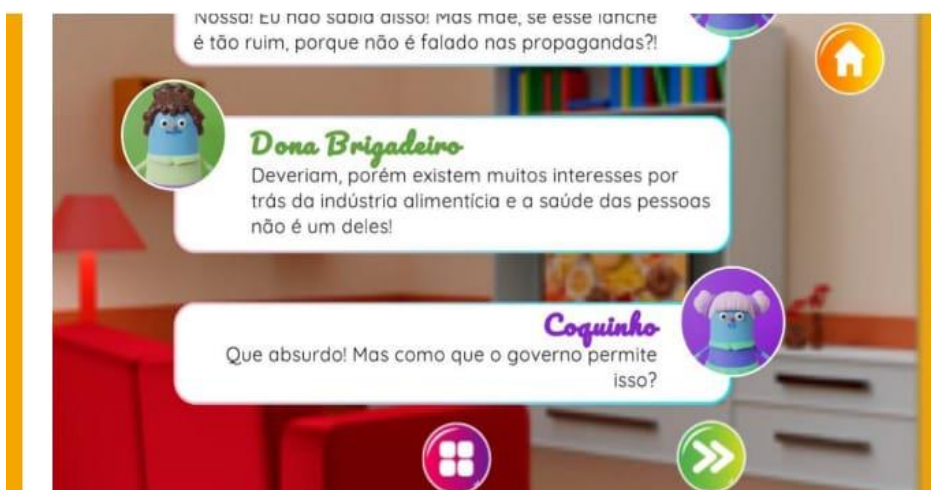
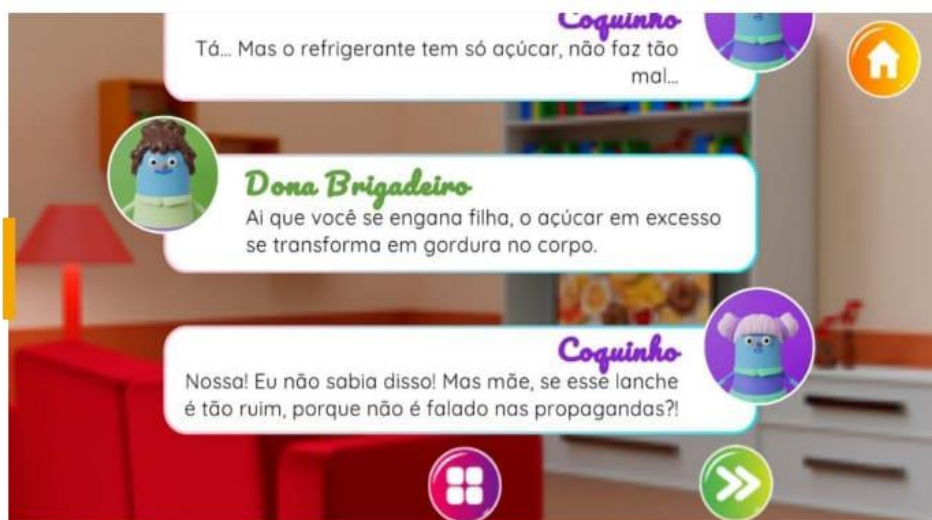


Figura 13: Estudo de caso 2 – parte II



Quadro 2: Reflexões do estudo de caso 1

Expressões Chaves	Núcleos de Sentido
“Sora, açúcar que contém nos sucos de frutas, se natural não é ruim, só se for como néctar, né?!”	NS 1- Diferenciação entre os tipos de açúcares e identificação de açúcares de adição.
“Porque vicia e é bom!”	NS 2 - Percepção de que grandes quantidades de açúcar geram estímulos no sistema nervoso.
“[...] açúcar vai para o sangue.”	NS 3 - Reconhecimento do sangue como transportador de nutrientes. NS 4 - Possível relação com concentração de açúcares no sangue e diabetes mellitus.
“[...] me esforcei tanto para explicar e meus pais não deram bola, então vou acabar comendo.”	NS 5 - Identificação das influências dos pais/responsáveis na formação dos hábitos alimentares dos jovens.
“[...] talvez ele pensou que não seria tão ruim para nossa saúde, quanto os alimentos industrializados.”	NS 6 - Suposição de que alimentos industrializados têm uma maior tendência a serem prejudiciais à saúde.
“Ele pensou que ia queimar essas calorias”	NS 7 - Reflexão sobre gastos calóricos e dieta apropriada.

Quadro 3: Reflexões do estudo de caso 2

Expressões Chaves	Núcleos de Sentido
“Atualmente existem muitas leis que protegem o consumidor, porém, muitas delas não são cumpridas pela indústria alimentícia.”	NS 8 - Identificação de leis e reconhecimento do seu descumprimento.
“[...] as mídias influenciam muito a nossa alimentação[...].”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.
“[...] eles utilizam cores e personagens infantis para atrair a atenção das crianças [...]”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.
“[...] produtos baratos feitos pela química.”	NS 10 - Associação da química a aspectos negativos.
“[...] as grandes corporações quebram as regras pela grande influência política e econômica [...]”	NS 8 - Identificação de leis e reconhecimento do seu descumprimento.
“[...] ciclo vicioso de alimentos inadequados gerando altos índices de obesidade infantil [...]”	NS 2 - Percepção de que grandes quantidades de açúcar geram estímulos no sistema nervoso. NS 11 - Argumentação sobre o impacto de uma alimentação não balanceada na saúde das crianças.
“[...] muitas vezes as propagandas são relacionadas a comidas caseiras para induzir as pessoas a comprarem [...]”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.
“[...] muitas vezes não é colocado a tabela nutricional, assim as pessoas não iam comprar.”	NS 12 - Constatação das manobras da indústria alimentícia para mascarar informações.

“[...] muitas vezes eles apelam a falta de tempo das pessoas [...]”	NS 13 - conhecimento do ritmo de vida da pós-modernidade.
“[...] em uma propaganda antiga do <i>McDonald's</i> , uma vez eu vi um molho que era comparado ao molho de vó [...]”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.
“[...] dentro do <i>McDonald's</i> existe literalmente um <i>playground</i> , não tem como ser mais apelativo [...]”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.
“A criança vê esses lugares como um lugar de brincar e não de comer.”	NS 9 - Constatação da influência das mídias nos hábitos alimentares.

As conversas fluíram de forma livre e com pouca influência da professora mediadora, com a intenção de manter uma “neutralidade” na captação das percepções dos alunos.

Os núcleos de sentido repetiram-se ao longo das falas dos estudantes, principalmente no segundo estudo de caso (NS 8 e NS 9) o que pode ser um indicativo da assertividade destes na problematização dos assuntos em questão. Para a construção dos núcleos de sentido além das falas transcritas e expostas nos quadros foram consideradas as respostas integrais dos estudantes, bem como, as interpretações realizadas pela professora, considerando conceitos presentes nas entrelinhas.

O primeiro estudo de caso: “Não é só uma refeição” gerou núcleos de sentido mais diversificados, em algumas falas foi possível criar mais de um. Este resultado era esperado pois a estória em questão possuía uma problematização mais ampla, permitindo interpretações mais pessoais. De uma forma geral, a personalização de respostas é uma característica desta metodologia de ensino e aprendizagem, por isso, não há uma única forma de compreensão, existem várias versões corretas, por isso o aplicativo possui apenas sugestões de respostas com o intuito de auxiliar o usuário a construir uma linha de pensamento alternativa ou corroborativa.

Os NS's são indicadores que auxiliam a perceber se os objetivos de aprendizagem elencados para os estudos de caso foram atingidos. No que se refere ao caso 1, obteve-se êxito, visto que, no discurso dos estudantes estavam presentes conceitos e reflexões elaboradas, abrangendo desde hábitos alimentares até identificação de açúcares de adição.

A história 2: “O brinde” também atingiu as expectativas, os indicadores NS 9 e NS 12 versam sobre EAN e influências midiáticas e o NS 8 fala sobre a legislação do consumidor – assunto foco do estudo de caso, desta forma sua presença já era esperada. O núcleo de sentido 13 faz alusão aos hábitos alimentares relativos ao modo de vida

contemporâneo, pode-se relacionar a resposta ao conceito de vida da pós-modernidade de Bauman (2001).

O núcleo de sentido 10 apresenta um ponto interessante a ser problematizado, nele surge uma visão errônea a qual relaciona a química à aspectos negativos, a frase: “[...] produtos baratos feitos pela química.” Surgiu em uma explanação sobre a constituição dos alimentos industrializados e suas ações no organismo, na fala, a química aparece como algo negativo, provavelmente, associada aos aditivos alimentares, açúcares de adição, gorduras hidrogenas e sódio, nesta visão percebe-se que o aluno não compreende que a química está presente na constituição de tudo no universo, inclusive na constituição da matéria orgânica que forma os alimentos e corpo humano.

O senso comum, muitas vezes, promove a criação de generalizações incorretas a respeito de áreas da ciência, conceitos ou fenômenos científicos. Na química, estes ocorridos são muito frequentes, segundo Ferreira (2007, p.1) “Já há muito tempo a imagem da Química vem sendo desgastada, devido às associações com desastres ecológicos e também pelo excesso de uso da palavra química como um verbete popular.” Esta visão negativa da *ciência* faz alusão a uma ação nociva ao meio ambiente.

Apesar de composto por um número restrito de alunos, o teste do produto didático - aplicativo Sugar Town – foi importante para a validação da ferramenta. Apresentando resultados positivos, as experiências de uso do aplicativo indicaram que o mesmo possui uso adaptável a qualquer modalidade de ensino (presencial ou EAD), sendo passível de adaptações a diferentes níveis ensino e metodologias didáticas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação alimentar e nutricional apresenta grande potencialidade no ensino e aprendizagem de química orgânica e bioquímica. Além de possuir relevância socioambiental, o tema transversal - que apresenta orientações governamentais a respeito da sua presença na educação básica - mostrou-se, neste estudo, capaz de gerar elaboradas problematizações com caráter interdisciplinar.

As tecnologias da informação utilizadas nesta pesquisa – aplicativo mobile – evidenciaram significativa ação no processo educativo, gerando engajamento e fluidez nos momentos didáticos. A metodologia de estudos de caso, por sua vez, auxiliou neste processo, estimulando o usuário (estudante) a tornar-se ativo e autônomo em suas reflexões.

Muitos desafios foram encontrados na construção e teste deste produto didático, apesar dos percalços, obteve-se êxito na conclusão do projeto, o que culminou na oferta de um recurso didático digital gratuito para uso da sociedade.

Pode-se considerar que o emprego do aplicativo em questão teve sua análise, no contexto em questão, a qual pode ser passível de generalizações. A avaliação dos estudantes a respeito da ferramenta foi positiva no que se refere: ao layout da interface do aplicativo, clareza na estrutura e comandos e entendimento sobre as falas dos personagens.

Apesar de positivo, o teste, favoreceu a assimilação de possíveis melhorias para a ferramenta, são elas: indisponibilidade para com o sistema IOS, o uso de palavras complexas nas “problematizações” dos estudos de caso, erros de digitação nos textos das histórias (o corrido em uma fala no caso 1), interatividade restrita entre o mecanismo e o usuário.

O conhecimento destes erros ou lacunas podem ser consideradas etapas do processo de construção, sendo passíveis de aprimoramento em versões futuras do aplicativo, posto que, há a intenção do aprimoramento da ferramenta e construção de novas tecnologias da informação voltadas ao ensino e aprendizagem de bioquímica, por parte da autora, em projetos futuros.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, E. S.; VIANA, Isabel C.; MORENO, R. B.; TORRES, El. A. F. S. Alimentação Mundial – Uma Reflexão Sobre a História. *Saúde e Sociedade*, v.10, n°2, p.3-14, 2001.

ABREU, K. C. K. História e usos da Internet. BOCC-UBI. 2009. Disponível em: www.bocc.ubi.pt/pag/abreu-karen-historia-e-usos-dainternet.pdf . Acesso em: 10 mar de 2020.

ALBA, J.; et al. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de C&T*, vol 6, n° 2. 2013.

ALVES, M.; PAIXÃO, Joana. Investigação de Sequências Didáticas para o Ensino de Agroecologia. *Ciência e Educação*. V.26, Bauru, 2020.

ANVISA. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2695567/Informa%C3%A7%C3%B5es%20Bt%C3%A9nicas%20sobre%20gordura%20trans.pdf/d23801cd-cd41-420c-a975-f4f7fa94f245>. Acesso em: 15 de fev 2020.

AZEVEDO, E. Alimentação, sociedade e cultura: temas contemporâneos. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 19, n° 44, jan/abr 2017, p. 276-307.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977.

BARREIROS, R. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. *Revista de Nutrição*. São Paulo, 2005.

BAUMAN, Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BEAUCHAMP, G. K.; COWART, B. J. Preferences for high salt concentrations among children. *Development Psychobiol* 1990; 26:539-45.

BEHAR, P. A. O Ensino Remoto Emergencial e a Educação a Distância. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/artigo-o-ensino-remoto-emergencial-e-a-educacao-a-distancia/>. Acesso em 01 set 2021.

BENATTO, A. A influência das redes sociais no comportamento alimentar dos universitários. 2018. Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

BIANCHINI, V.; ASSUMPCÃO, M. A diferenciação de produtos na cadeia produtiva do açúcar: O processo de produção dos açúcares líquido e líquido invertido. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTE. **Parâmetros curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 2006.

BRASIL. Presidência da República, Decreto nº 6.286, de 5 de dezembro de 2007. **Programa Saúde na Escola–PSE, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2007.

BRITO, A. Estudo da Cristalização da Lactose em diferentes solventes. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de São Carlos. São Paulo, 2007.

BRITO, J. A Singularidade Pedagógica do Ensino Híbrido. EAD em foco, 2020.

BRUNO, A. R. Aprendizagem em ambientes virtuais: plasticidade na formação do adulto educador. Ciênc. cogn., Rio de Janeiro , v. 15, n. 1, p. 43-54, abr. 2010 . Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000100005&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 21 set. 2021.

CARNEIRO, H.; MESNESES, U. Comida e Sociedade: Significados Sociais na História da Alimentação. História: Questões & Debates, Editora UFPR, Curitiba, 2005, n. 42, p. 71-80.

CARVALHO, F. **O Livro Negro do Açúcar Algumas verdades sobre a indústria da doença**. Rio de Janeiro, 2006.

CASCAIS, M.; TERÁN, A. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. Ciência em Tela, v7, nº2. 2014.

CASCUDO, C. **História da alimentação no Brasil**. Editora Nacional. São Paulo, 2011.

DAMINHÃO, R., et al. Aspectos epidemiológicos e nutricionais da síndrome metabólica. In: KAC, G., SICHIERI, R., and GIGANTE, DP., orgs. Epidemiologia nutricional [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/Atheneu, 2007, pp. 389-410. ISBN 978-85-7541-320-3.

DENARDIN, C.; SILVA, L. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*. V.39, n°3. Rio Grande do Sul, 2009.

DONERMANN, G.; FACCIN, D. Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e não-redutores. Departamento de Engenharia química, UFRGS. Rio Grande do Sul, 2016.

DREWNOWSKI, A.; HENDERSON, S. A.; DRISCOLL, A.; ROLLS, B. J. The Dietary Variety Score: Assessing diet quality in healthy young and older adults. *J Am Diet Assoc.*, v. 97, n. 3, p. 266-71, 1997.

FAVARATO, A. Tendências da Taxa de Mortalidade por Doenças Cardiovasculares no Brasil, 1980-2012. Sociedade Brasileira de Cardiologia. São Paulo, 2016.

FERNANDES, A. M. .R.; CASTRO, F. S. Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação. Itajaí: UNIVALI, 2013.

FERREIRA, V. A Química é sempre boa. *Química nova na escola*. V.30, n° 2. São Paulo, 2007.

FAZENDA, I. **O que é interdisciplinariedade?**. Editora Cortez. São Paulo, 2008.

FONSECA, C.; LOUGERCIO, R. Representações sociais da nutrição: Proposta de produção de material didático de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.18. 2013.

FOXALL, G. R. Interpreting consumer choice: the Behavioral Perspective Model. New York: Routledge, 2010.

GAIGA, C. A. J. Neofobia alimentar e desenvolvimento infantil. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. Limeira, SP, 2014.

GARCIA, R.W.D. Notas sobre a origem da culinária: uma abordagem evolutiva. Campinas. *Rev. Nutr. PUCCAMP* 8(2):231 -44,1995.

GODOY, M. M. Civilizações da cana-de-açúcar dois paradigmas de atividades agroaçucareiras no novo mundo, séculos xvi a xix. *História econômica & história de empresas V. X. n° 2* , 2007, 7-62

GUTTIERRES, A.; ALFENAS, R. Efeitos do Índice Glicêmico no Balanço Energético. *Arq. Bras. Endocrinol Metab. Minas Gerais*, 2007.

JUNIOR, W. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. SBQ. 2008. Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.17>. Acesso em: 15 set 2021.

JOMORI, M.; et al. Determinantes de escolha alimentar. *Revista de Nutrição. Campinas*, 2008.

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. *Princípios de Bioquímica*. 6ª Edição, 2014.

LIMA, K. A. Análise do processo de construção do conhecimento dietoterápico de pacientes diabéticos atendidos no programa saúde da família do município de Araras [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2004.

LINDEMANN, R. H.; MUENCHEN, C.; GONÇALVES, F. P.; GEHLEN, S. Biocombustíveis e o ensino de Ciências: compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias - REEC*, v. 8, p. 342-358, 2009.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e gestão participativa na explicitação e resolução de conflitos. *Gestão em Ação, Salvador*, v. 7, n. 1, p. 37-50, jan./abr. 2004

LOUZADA, M. Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. Revista Saúde Pública. São Paulo, 2015.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANHANI, T.; et al. Sacarose, suas propriedades e novos edulcorantes. Revista Uniara, v.17, n.1, 2014.

MARTINS, R. A COVID-19 E O FIM DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UM ENSAIO. EmRede - Revista De Educação a Distância, 7(1), 242-256. 2020.

MINAYO, M. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1996.

MINTZ, S. W. COMIDA E ANTROPOLOGIA. Uma breve revisão. Revista Brasileira de Ciências Sociais - v. 16; nº. 47 p. 31-47, 2001.

MOTTA, V. T. Bioquímica Clínica para Laboratório: Princípios e Interpretações. 4. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003

NAVARRO, M., et al. Inflamação renal, alterações metabólicas e oxidativas após 6 semanas de dieta de cafeteria em ratos. São Paulo, 2015.

NETO, A. R. V., MELO, L. G. N. S. Fatores de influência no comportamento de compra de alimentos por crianças. Saúde Soc. São Paulo, v.22, n.2, p.441 - 455, 2013.

NICHELE, A.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. CINTED- Novas Tecnologias na Educação, v. 12, nº 2, 2014.

NOVAIS, I. de A. M. Ensino híbrido: estado do conhecimento das produções científicas no período de 2006 a 2016.143f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2017.

ORNELLAS, L. H. *A alimentação através dos tempos*. Rio de Janeiro, MEC, 1978. (Série Cadernos Didáticos do MEC)

PAZINATO, M.; BRAIBANTE, M.. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. *Revista Ciências e Ideias*. V.5, nº2, 2014.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning: practical ideas for the application of digital game-based learning**. St. Paul, MN: Paragon House, 2007.

PONTES, T., et al. Orientação nutricional de crianças e adolescentes e os novos padrões de consumo: propagandas, embalagens e rótulos. *Revista Paulista de Pediatria*. São Paulo, 2009.

POULAIN, J.; PROENÇA, R. O espaço social alimentar: um instrumento para o estudo dos modelos alimentares. *Revista de Nutrição*. Campinas, 2003.

RAHMEIER, G. Uma proposta de sequência didática para contextualiza o ensino de química orgânica com o tema carboidratos. Universidade Federal do Pampa. Bagé, 2019.

RAMOS, F.; et al. Educação alimentar e nutricional em escolares: uma revisão de literatura. *Caderno Saúde Pública*. Rio de Janeiro, 2013.

RAMOS, P. O Mercado Mundial do Açúcar no Período de 1930-1960. *Revista de Política Agrícola*, Ano X, nº 4, 2001

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso no ensino de química. Campinas, SP: Editora Átomo, 2009.

SAMPAIO, H., et al. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas consumidas por indivíduos obesos. *Revista de Nutrição*, São Paulo, 2007.

SAVARIN, B. **Fisiología do gosto**. Trad. P. Neves, São Paulo. Ed. Companhia das Letras, 1995.

SCAPIN, T. Notificação dos açúcares de adição em rótulos de alimentos industrializados comercializados no Brasil. UFSC. Santa Catarina, 2016.

SCHWARTZ, S. B. *Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial*. Trad. L. T. Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SILVA, D. Publicidade de Alimentos para crianças e adolescentes: Desvelar da perspectiva ética no discurso do consumo consciente e informado. Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

SILVA, R; et al. D-Glicose, uma Biomolécula Fascinante: História, Propriedades, Produção e Aplicação. Revista Virtual de Química. V.1-, n°4. 2018. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n4a11.pdf>. Acesso em: 15 set 2021.

SMITH, M. Consumidor 2.0: Reflexões sobre Internet e Comportamento Alimentar. Intercom. Vilha Velha, 2014.

TREVISAN, A. J. B.; BASTOS, D. H. M. Formação de produtos da reação de Maillard em carne bovina (Semimembranosus) submetida a diferentes técnicas de cocção. 2015. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TOWNSEND, C. R., M.; BEGON, e J. L.; HARPER 2006. Fundamentos em Ecologia. 2ªed. Artmed, Porto Alegre, 2006.

VALLE, S. O paradoxo da glicose. Revista Contexto Saúde. Editora Injuí. Rio Grande do Sul, 2002.

VIANA, V. Psicologia, saúde e nutrição: Contributo para o estudo do comportamento alimentar. Análise Psicológica, v. 4 n° XX, 2002, p. 611-624.

VIANA, V.; SANTOS, P. L.; GUIMARÃES, M. J. Comportamento e Hábitos Alimentares em Crianças e Jovens: Uma Revisão da Literatura. PSICOLOGIA, SAÚDE & DOENÇAS, v.9 n°2, 2008, p.209-231.

VILLAGELIM, A. A vida não pode ser feita só de sonhos: reflexões sobre publicidade e alimentação saudável. *Ciência & Saúde Coletiva*. Rio de Janeiro, 2012.

WHARTA, E.; et al. Cotidiano e Contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*. V.35, n°3, 2013.

8. APÊNDICES

8.1 Apêndice I: Questionário de Ideias Prévias

- Os carboidratos possuem uma carbonila em sua constituição, a qual está relacionada a dois tipos de funções orgânicas. São elas:
 - Cetona e Ácido Carboxílico
 - Álcool e Aldeído
 - Cetona e Aldeído
 - Fenol e Álcool
- A sacarose é um dissacarídeo formado pelas seguintes unidades:
 - Glicose e Glicose
 - Glicose e Lactose
 - Frutose e Galactose
 - Glicose e Frutose
- Os açúcares são uma classificação de carboidratos que possui complexidade estrutural simples comparado aos outros, uma vez que, são monossacarídeos e oligossacarídeos. Esses provêm de diversas fontes e possuem características particulares. Sobre estas, assinale a alternativa correta.
 - O açúcar refinado, proveniente da cana-de-açúcar ou beterraba, é rico em sais minerais e em seu processo de produção não há aditivos químicos.
 - O açúcar de coco, proveniente da seiva da flor do vegetal, contém alto teor de potássio, magnésio e ferro, sendo este formado, predominantemente por sacarose, portanto, não possui frutose em sua composição.
 - O melado é feito a partir da cana-de-açúcar, este possui maior concentração de cálcio e ferro do que o mel e menor quantidade de frutose.
 - O mel é predominantemente formado por sacarose e possui menor riqueza nutritiva do que o açúcar refinado.
- Os açúcares redutores são aqueles que reagem com _____ formando _____ compostos que causam o escurecimento não enzimático nos alimentos, as reações que compõem este fenômeno são chamadas de reações de _____ as quais causam degradação de células animais.
 - Lipídios - Melanoidinas e Amidas Acrilamida – caramelização
 - Proteínas - Melanoidinas e Amidas Acrilamida – Maillard
 - Outro carboidratos – Melanoidinas – Caramelização
 - Vitaminas - Melanoidinas e Amidas Acrilamida – Maillard
- Os polissacarídeos são _____ complexos formados por _____. A celulose é um exemplo de polissacarídeos formado por _____ a qual não é metabolizada pelo organismo humano, no entanto, assume grande importância para a formação do bolo fecal e regulação intestinal, pois constitui as fibras alimentares.
 - Monômeros - Glicose - β -D-glicose.
 - Polímeros – Frutose - β -D-frutose.
 - Monômeros – Glicose - α -D-glicose
 - Polímeros – Glicose - β -D-frutose.

6. O açúcar invertido é extremamente utilizado na indústria de alimentos para a produção de balas, biscoitos e outras mercadorias. A produção deste ocorre mediante:
- A hidrólise enzimática da Sacarose formando uma molécula de glicose e outra de frutose.
 - A fotólise da sacarose, formando duas moléculas de glicose.
 - A hidrólise enzimática da Lactose formando uma molécula de glicose e outra de frutose.
 - A síntese enzimática da Sacarose a partir de uma molécula de glicose e outra de frutose.
7. Os carboidratos mais comuns são formados por compostos _____ que possuem 5 ou 6 carbonos em suas cadeias, portanto, são classificados como _____ e _____, pois esta configuração garante _____ estabilidade química.
- Cíclicos – pentoses - trioses - maior.
 - Acíclicos – pentoses – hexoses – menor.
 - Cíclicos – pentoses - hexoses - maior.
 - Cíclicos – pentoses - tetroses - maior.
8. O amido é um carboidrato complexo de reserva vegetal, este é formado por muitas moléculas de glicose, as quais se ligam mediante:
- Ligações peptídicas
 - Ligações glicosídicas
 - Ligações iônicas
 - Ligações de Van der Waals

8.2 Apêndice II: Textos dos estudos de caso analisados na pesquisa

“Não é apenas uma refeição!”

Paçoquinha - Hoje eu tive uma aula muito legal! Aprendi sobre as moléculas que tem nos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas...

Dona Brigadeiro – E qual é a relação disso com a comida?

Paçoquinha – Precisamos das quantidades certas de cada um!

Sr. Chiclete – Filho, passa o refrigerante, por favor!

Paçoquinha – Mas pai, você já tomou três copos de refrigerante, o que dá mais de 12 colheres de açúcar.... Temos que diminuir o consumo de açúcar!

Sr. Chiclete – Deixa de bobeira menino, um refrigerante não faz mal a ninguém.

Dona brigadeiro – Filho, serve mais um pouco de suco, por favor.

Paçoquinha – Mãe, você já tem tendências a ter problemas de coração, deve evitar açúcares.

Dona Brigadeiro – Meu filho, o suco é feito do néctar da fruta, é natural!

Paçoquinha – Mãe, olha a composição deste suco! Ele tem tanto açúcar e sal quanto um refrigerante.

Dona Brigadeiro – Mas o que o açúcar tem a ver com a gordura que causa problemas de coração!?

Vó Rosquinha – Pessoal, chega de papo! Temos torta de bolacha de sobremesa, quem quer!?

Todos – Eu!!!

Problematização: A família Sobremesa possui hábitos alimentares questionáveis, pois costumam ingerir alimentos ricos em carboidratos simples e gorduras saturadas. Na situação descrita, o filho Paçoquinha questionou os familiares a respeito do consumo de alguns tipos de alimento, alertando sobre o potencial perigo destes, no entanto, suas observações foram ignoradas. Reflita sobre o caso e construa uma hipótese para explicar porque as orientações de Paçoquinha não foram consideradas, nem mesmo por ele, uma vez que, aceita consumir a sobremesa, mesmo compreendendo que deve evitar o consumo de açúcares.

Sugestão de Solução: Os hábitos são complexamente estruturados de forma temporal e com forte influência cultural, de valores e costumes, referentes a determinado grupo social. Na perspectiva de que alimentação é um fenômeno muito mais complexo do que a mera ingestão de nutrientes se pode compreender por um ponto de vista bioantropológico. As escolhas alimentares dos indivíduos estão intimamente conexas a sua caracterização socioeconômica, influência histórica e midiática e são fortemente arraigados a estes. Por isso, caracterizam-se como estruturas psicológicas comportamentais, desta forma, torna-se extremamente difícil transformar os hábitos alimentares. Portanto, apesar de obter a informação, Paçoquinha, sente dificuldades em transpor seus conhecimentos ao seu comportamento, assim como seus familiares.

“O Brinde!”

MegaBurguer - Só no MegaBurguer, na compra de um happylanche você ganha um Brinde e um refrigerante de 600mL sem nenhum valor adicional!

Coquinho – Mãe! Eu quero muito comer esse lanche!

Dona Brigadeiro – Mas filha, ele é igual aos outros! E você já comeu semana passada.

Coquinho – Não mãe! Esse tem um chaveiro das princesas de brinde!

Dona Brigadeiro – Filha, o importante é o valor nutricional do alimento e não o brinde que acompanha!

Coquinho – Valor nutricional? O que é isso?

Dona Brigadeiro – Eu quero dizer que precisamos nos preocupar com a qualidade dos nutrientes que compõe o alimento!

Coquinho – Mas o que tem de errado com o hambúrguer?!

Dona Brigadeiro – Esses lanches são cheios de sódio, gordura saturada e açúcar!

Coquinho – Ta... Mas o refrigerante tem só açúcar, não faz tão mal...

Dona Brigadeiro – Ai que você se engana filha, o açúcar em excesso se transforma em gordura no corpo.

Coquinho – Nossa! Eu não sabia disso! Mas mãe, se esse lanche é tão ruim, porque eles não alertam nas propagandas!

Dona Brigadeiro – Deveria, porém, existem muitos interesses por trás da indústria alimentícia e a saúde das pessoas não é um deles!

Coquinho – Que absurdo! Mas como que o governo permite isso?

Problematização: Ajude Dona Brigadeiro a explicar para sua filha quais são os fatores e intencionalidades da indústria alimentícia, ressaltando as estratégias das mídias, bem como, a sua influência no comportamento dos indivíduos. Construa também, uma explanação a respeito dos direitos dos consumidores, destacando as leis voltadas à defesa destes.

Possível solução: A indústria alimentícia utiliza vários artifícios para manipular comportamentos alimentares nos indivíduos, dentre estes, destaca-se: cores chamativas, as quais alertam e estimulam o apetite, como: vermelho, amarelo e laranja. Outro aspecto a ser destacado é recorrer ao uso da imagem de personagens queridos às crianças e jovens para promover a defesa e divulgação de produtos. Neste contexto, as mídias, como: televisão, rádio e internet são fatores muito influentes na manipulação de comportamentos adultos e principalmente os infantis. A maior parte dos alimentos não converge com uma saúde alimentar, sendo o principal foco da indústria, o lucro, uma vez que, os processos de produção, armazenamento e conservação de alimentos naturais e saudáveis é mais oneroso. Neste contexto, existe uma legislação mundial brasileira que protege os cidadãos, como o código de defesa do consumidor que prevê no Art. 37, Lei 8078/90, a proibição de propaganda enganosa e o direito da divulgação de informações coerentes em publicidades.