

Dalva Mariana Affonso

USO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE
CIÊNCIAS TOMANDO-SE COMO REFERÊNCIA A TEORIA
SÓCIO-CONSTRUTIVISTA DE VYGOTSKY

Dissertação apresentada ao Programa de pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP / *Campus* de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa.

Bauru
2008

**DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - BAURU**

Affonso, Dalva Mariana.

Uso de um objeto de aprendizagem no ensino de ciências tomando-se como referência a teoria sócio-construtivista de Vygotsky / Dalva Mariana Affonso, 2008.

116 f. il.

Orientador: Wilson Massashiro Yonezawa.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE DALVA MARIANA AFFONSO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de maio do ano de 2008, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. KLAUS SCHLUNZEN JUNIOR do(a) Departamento de Matemática, Estatística e Computação / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de DALVA MARIANA AFFONSO, intitulada "Uso de um objeto de aprendizagem no Ensino de Ciências referenciado na teoria Sócio-Constructivista de Vygotsky". Após a exposição, a discente foi argüida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO
_____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. WILSON MASSASHIRO YONEZAWA

Prof. Dr. KLAUS SCHLUNZEN JUNIOR

Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

*Dedico este trabalho:
aos meus pais, Pedro e Mary Dalva,
meus avós, Dalva e Jayme e
à minha irmã Telma.*

*Foram muitos, os que me ajudaram a concluir este trabalho.
Meus sinceros agradecimentos...*

...a Deus, pois, sem sua ajuda, nada teria sido possível;

...ao Rodrigo, por seu carinho e compreensão.

*...ao Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, pela orientação, apoio,
confiança e amizade durante esses anos.*

*... aos professores Dr. Aguinaldo Robinson de Souza, Dr. Roberto
Nardi e Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira, pelas valiosas
sugestões e contribuições que possibilitaram novas reflexões e
horizontes.*

*... à Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira, pelas
oportunidades acadêmicas e conselhos.*

*...À minha irmã Telma e marido (Renato Orlandi), pela amizade,
amor, carinho e compreensão.*

*...às minhas amigas queridas Fernanda S. Reghini (Fê) e família,
Heloísa Kawagutti e família pelos momentos de alegria, compreensão,
paciência... Minhas eternas amigas e irmãs;*

*...à direção, aos professores e aos alunos da escola Francisco Alves
Brizola que participaram deste trabalho;*

*...À Ana Lucia, Andressa, pelos momentos de descontração e auxílio
burocrático.*

*Enfim... A todos que de alguma maneira contribuíram para a
realização dessa dissertação.*

A CAPES pelo apoio financeiro.

*Mestre não é quem sempre ensina,
mas quem de repente aprende.”*

Guimarães Rosa

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar se o uso de um objeto de aprendizagem (OA) poderia auxiliar alunos do Ensino Fundamental a desenvolverem funções cognitivas sobre a *digestão*. A escolha do sistema digestório como conteúdo para a construção de um OA reside no fato de que é um assunto de sala de aula e que envolve questões sociais e ambientais, além dos próprios conceitos científicos inerentes ao assunto. A teoria sócio-construtivista de Vygotsky orientou essa pesquisa sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos das alunas mediado pela interação com o OA digital. Os resultados mostraram que foi percebido a integração dos sistemas digestório, circulatório e respiratório após o trabalho das alunas com o OA. A metodologia utilizada neste trabalho foi a qualitativa, sendo os dados colhidos a partir de observações durante e após as aulas ministradas a alunas da 7ª série do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Bauru. Diante dos resultados apresentados considera-se que a tecnologia da informação, mais especificamente um OA digital, oferece um potencial a ser explorado para a melhoria do ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Palavras-chave: ensino de ciências; objeto de aprendizagem; teoria sócio-construtivista.

ABSTRACT

A contemporary challenge is in front of science education: is it educated students able to realize the relationship between science and technology? This work will show how computer technology can be used as a tool for science teaching. The technology discussed here is a Digital Learning Object about the human digestive system. The students have your own ideas about the digestive system and these ideas are often discussed between teacher and the students. Our finding have suggested that computer technology can create new teaching possibilities. In addition the Learning Object has a significant effect on development scientific concepts.

Key-words: teaching science; learning object; social-constructivist theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lev. S. Vygotsky (Marxists Internet Archive, 2008)	29
Figura 2 - Modelo APDIA.....	48
Figura 3 - Tela do OA citado acima, onde o usuário pode escolher qual experimento gostaria de realizar.	51
Figura 4 - Etapas da pesquisa.....	56
Figura 5 - Tipos de avaliação atendendo à sua finalidade, ao momento em que ocorre e ao responsável de exercê-la, segundo Pujol ([200-], p. 218).	58
Figura 6 - Mapa conceitual para construção do OA.	63
Figura 7 - Tela inicial do OA.	64
Figura 8 - Tela com o texto introdutório do OA.....	65
Figura 9 - Foto do desenho da comida no tubo digestório pela turma A.	70
Figura 10 - Continuação do desenho da turma A.	73
Figura 11 - Desenho da turma B sobre o caminho do alimento no trato gastrointestinal.....	74
Figura 12 - Tela do OA mostrando a coleta do mel.	79
Figura 13 - Tela com interatividade para escolha dos alimentos pelos alunos.	80
Figura 14 - Tela que dá início à exploração do aparato digestório.....	81
Figura 15 - Simulação da ação da enzima amilase nas moléculas de carboidratos. ...	82
Figura 16 - Visualização e simulação laterais da mastigação.....	84
Figura 17 - Simulação dos movimentos estomacais.....	85
Figura 18 - Tela final do OA, mostrando a interligação de vários sistemas do organismo.	86
Figura 19 - A posição da ZDP segundo a teoria Vygotskyana.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Projeto instrucional do Objeto de Aprendizagem: “Do alimento à digestão” 61

Tabela 2 - Órgãos citados pelos alunos em suas respostas e quantas vezes foram citados..... 69

Tabela 3 - Presença dos alunos nas aulas..... 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBT - *Computer Based Training (ToolBook)* - Tutorial

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica

LOGO - Linguagem de programação criada por Daniel G. Bobrow, Wally Feurzeig e Seymour Papert para propósito educacional sob a ótica construtivista.

LMS - *Learning Management System* - Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem

LOM - *Learning Object Metadata* - Metadados de Objeto de Aprendizagem

LTSC - *Learning Technology Standards Committee* - Comissão de Padronização para Tecnologia Educacional

WBT - *Web Based Training* - Tutorial online

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
SUMÁRIO.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. HISTÓRICO DA INSERÇÃO DA INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....	17
1.2. RIVED (REDE INTERNACIONAL VIRTUAL DE EDUCAÇÃO).....	18
2. JUSTIFICATIVAS	21
3. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	24
4. PROBLEMA DE PESQUISA	25
5. REFERENCIAL TEÓRICO	27
5.1. TEORIA SÓCIO-CULTURAL DE VYGOTSKY.....	27
5.1.1. Lev Semyonovitch Vygotsky (1896 – 1934).....	27
5.1.2. O Construtivismo Social de Vygotsky.....	29
5.2. AS ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS	31
5.2.1. O Pensamento por Complexos	33
5.2.2. O Desenvolvimento dos Conceitos	36
5.3. OS CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	39
5.4. ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL	41
5.5. DIMENSÕES DO USO DE UM OA NO PROCESSO DE ENSINO DE CIÊNCIAS.....	44
5.6. OBJETOS DE APRENDIZAGEM(OA)	45
5.6.1. Design Instrucional	48

5.6.2. Um exemplo de Objeto de Aprendizagem: Experimentos Redi, Pasteur e Spallanzani.....	50
5.7. OS CONCEITOS DO SISTEMA DIGESTÓRIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.	51
6. METODOLOGIA	55
6.1. ETAPAS DA PESQUISA.....	56
6.2. CONSTRUÇÃO DO OA.....	60
7. RESULTADOS	66
7.1. PRÉ-AVALIAÇÃO	66
7.2. APRENDIZAGEM COM O USO DO OA: “DO ALIMENTO À DIGESTÃO”	75
7.3. REALIZAÇÃO DAS AULAS COM APOIO DO OA	77
7.3.1. Alimentação e Tipos de Nutrientes.....	78
7.3.2. Mastigação e Digestão.....	81
7.3.3. Absorção dos nutrientes	85
7.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O OBJETO DE APRENDIZAGEM	90
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
9. TRABALHOS FUTUROS	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
APÊNDICE - Textos de Ciências contidos no OA.....	103
ANEXO 1 - Respostas dos alunos a questão da Pré-avaliação	115
ANEXO 2- Avaliação final, após o uso do OA	116
ANEXO 3 – Perguntas realizadas para avaliação do OA pelas alunas.....	117

1. INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo tem passado por profundas transformações nos âmbitos sociais, econômico, político e tecnológico, o que se reflete na cultura, nos costumes, nas relações interpessoais, no trabalho e na educação, fazendo com que o papel da informação ganhe destaque.

Vivemos numa época que podemos chamar de intoxicação informacional, em meio a um turbilhão de informações que não cessam de proliferar. Deparamo-nos com o uso cada vez mais assíduo do computador nas esferas trabalhista, escolar e doméstica. Os avanços tecnológicos e científicos provocaram mudanças na sociedade. A grande velocidade e o impressionante volume de informações que são produzidas, além da facilidade de acesso a elas, estão tornando os paradigmas educacionais conservadores e obsoletos.

O final do século 20 caracterizou-se pelo advento da chamada sociedade do conhecimento, da revolução da informação e da exigência da produção do conhecimento. Esse processo de mudança afeta profundamente os profissionais de todas as áreas e, por conseqüência, exige o repensar dos seus papéis e das suas funções na sociedade. A sociedade passa a exigir profissionais que tenham capacidade de tomar decisões, que sejam autônomos, que produzam com iniciativa própria, que saibam trabalhar em grupo, que partilhem suas conquistas e que estejam em constante formação. Nesse movimento de mudança, o professor passa a ter um papel fundamental de articulador e mediador entre o conhecimento elaborado e o conhecimento a ser produzido (BEHRENS, 1999).

Assim, segundo Behrens (1999), o novo paradigma da ciência, gerado com base nas teorias da relatividade e da física quântica, implica um repensar sobre o papel da educação na vida dos homens. A superação da visão cartesiana de mundo, por sua vez, requer uma reconsideração sobre o sistema de valores que estão subjacentes a esse paradigma, já que o pensamento newtoniano cartesiano possibilitou à fragmentação, as distinções, as separações, enfim, a ruptura do todo,

dando ênfase às partes e, por conseqüência, levou a se ver o mundo como partes desconectadas. A visão quântica desse novo paradigma demanda reconhecer que todos os seres são interdependentes, e que "nossas vidas estão entrelaçadas com o mundo atual, dependem de nossa atuação e nosso contexto, em nossa realidade, que será revelada mediante uma construção ativa em que o indivíduo participe" (MORAES, 1997, p. 22 apud BEHRENS, 1999). Nessa visão de totalidade, de conexão, de interdependência, Capra (1996, p. 22 apud BEHRENS, 1999) denominou a nova visão de mundo como uma "teia da vida".

Para que se atenda esse paradigma inovador, acredita-se na necessidade de repensar o papel da escola, pois a escola nessa visão é articuladora do saber. Não é só um espaço físico, mas sim um estado permanente do indivíduo, onde o trabalho colaborativo está sempre presente.

Nesse novo modelo educacional, a Ciência que deve ser levada à sala de aula é uma vertente do conhecimento que depende de modificações e aperfeiçoamentos para melhorar a compreensão cada vez mais ampla da natureza e do próprio ser humano. Por exemplo, Moraes (1997, p. 384 apud BEHRENS, 1999) propõe o encontro das abordagens construtivista, interacionista, sociocultural e transcendente para atender ao paradigma emergente.

Nesse contexto, o ensino de ciências inserido no novo paradigma educacional é enfatizado por Krasilchik (1992), que afirma a relevância das ciências para a formação de uma geração com sólida preparação científica. A autora é contestada por alguns que consideram infundadas essas afirmações e defendido por muitos, que acreditam que a atual sofisticação tecnológica exige apenas saber apertar botões, contrariamente ao desejo expresso por sociedades que pedem qualificações mais adequadas no manejo de tecnologias próprias. São também os mesmos a contestar as contribuições do ensino de Ciências para o desenvolvimento de uma consciência democrática (CHAPMAN, 1991, p. 47-63 apud KRASILCHIK, 1992).

Embora se apresentem variadas denominações, o paradigma inovador caracteriza-se pela produção do conhecimento e permite um encontro de abordagens e tendências pedagógicas que possam atender às exigências da sociedade do conhecimento ou da informação. O mundo mudou e com ele as expectativas e

necessidades dos homens passaram a ter outras perspectivas. Não se pode apontar uma única abordagem pedagógica para contemplar o paradigma emergente.

Na atualidade, Ciência e Tecnologia apresentam-se fortemente associadas, possibilitando a obtenção de aplicações que resultam em maior controle dos fenômenos naturais e permitem gerar benefícios para as pessoas. Os impactos sociais e ambientais produzidos pelos avanços científicos e tecnológicos são notáveis, tanto em seus aspectos positivos – representados pela maior eficiência nas áreas de transporte, comunicação e saúde, por exemplo – quanto em suas características criticáveis – incluindo a poluição e as armas de destruição em massa, dentre outras (MACHADO, 2006).

Considerando o novo modelo educacional para o ensino de Ciências, Neitzel (1997) considera a informática um campo vasto e riquíssimo que pode ser aproveitado para fins pedagógicos. Pode-se utilizá-la como instrumento de comunicação, de pesquisa, de produção de conhecimento, explorando sua interface ideográfica, característica das linguagens simbólicas. Através da informática, pode-se renovar a forma como a pesquisa vem sendo efetuada no sistema educacional. Com isso, seria possível ter na escola um ambiente rico de informações, de assuntos históricos e atuais, com capacidade de atender ao anseio natural que todo ser humano possui de buscar o novo.

Para Lévy (1999), entre os novos gêneros de conhecimento carregados pela *cybercultura*¹, a simulação ocupa um lugar central. Para ele a simulação é uma tecnologia intelectual que decuplica a imaginação individual (aumento da inteligência) e permite que grupos partilhem, negociem e refinem modelos mentais comuns, qualquer que seja a complexidade de tais modelos (aumento da inteligência coletiva). Segundo o mesmo autor, a simulação pode incrementar e transformar certas capacidades cognitivas humanas (a memória, a imaginação, o cálculo, o raciocínio *expert*); a informática exterioriza parcialmente essas faculdades em suportes numéricos. Ora, ao serem exteriorizados e retificados, esses processos

¹ Lévy (1998) utiliza a expressão *cybercultura* (fusão do não-humano- *cyber* - e o ato de cultivar, cultura), sugerindo que a modernidade nos envolve e nos leva a posicionar o entendimento que recebemos em curto prazo de tempo.

cognitivos tornam-se partilháveis, reforçando, portanto, os processos de inteligência coletiva, desde que as técnicas sejam utilizadas com discernimento.

Tanto no plano cognitivo quanto na organização do trabalho, as tecnologias intelectuais devem ser pensadas em termos de articulação e postas em sinergia, mais do que de acordo com o esquema da substituição. As técnicas de simulação, em particular as que envolvem imagens interativas, não substituem os raciocínios humanos, mas prolongam e transformam as capacidades de imaginação e pensamento. Com efeito, nossa memória de longo prazo tem a capacidade para armazenar uma quantidade muito grande de informações e conhecimentos. Nossa memória de curto prazo, que contém as representações mentais às quais prestamos deliberadamente nossa atenção, possui, ao contrário, capacidades muito limitadas (LÉVY, 1999). O autor aponta que toda e qualquer reflexão séria sobre o dever dos sistemas de educação e formação na *cybercultura* deve apoiar-se numa análise prévia da mutação contemporânea da relação com o saber, do surgimento e da renovação dos saberes e do *know-how*, fazendo com que, pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no começo de seu percurso profissional sejam obsoletas no fim de sua carreira.

Assim, como assinala Krasilchik (1992), a realidade escolar aponta para a necessidade de se promover a atualização curricular, trazendo para a sala de aula idéias atuais e capazes de contribuir para a formação abrangente do estudante, permitindo a este compreender princípios básicos da Ciência e habilitando-o a participar de debates envolvendo questões científicas e tecnológicas que repercutem na Sociedade e no Ambiente. A utilização de imagens, animações, filmes e sons permite que a informação seja apresentada segundo múltiplas representações, reforçando as idéias contidas nos textos e ampliando as possibilidades para associações pertinentes dos conceitos na estrutura cognitiva do aluno (PUJOL,[200-]). O emprego desses signos tende também a facultar uma aprendizagem estimulante, devido à riqueza e diversidade dos elementos de mídia, mobilizando, além de aspectos cognitivos, fatores de ordem afetiva.

Sendo assim, a investigação cujos resultados são apresentados neste trabalho originou-se do interesse em conhecer a forma pela qual um objeto de aprendizagem

(OA) digital, que enfoca aspectos tecnológicos, sociais e ambientais da Ciência, objetivando o ensino do corpo humano, poderia contribuir para estudantes do Ensino Fundamental construírem conceitos científicos. Para a realização da pesquisa, foi desenvolvido um OA contendo conceitos sobre o corpo humano, com ênfase na digestão e na idéia de relação entre a absorção dos nutrientes através dos capilares sanguíneos.

A seguir uma breve retrospecto sobre o uso da informática na educação brasileira, bem como uma introdução sobre a Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED), principal repositório de OAs digitais do país.

1.1. HISTÓRICO DA INSERÇÃO DA INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

A informática educativa no Brasil tem suas raízes históricas plantadas em 1971, quando pela primeira vez se discutiu o uso de computadores no ensino de Física, em seminário promovido pela Universidade de São Carlos, com assessoria de um especialista da Universidade de Dartmouth/USA (MORAES, 1993).

Em 1979, a Secretaria Especial de Informática (SEI) propôs a viabilização de recursos computacionais para os setores educacional, agrícola, da saúde e industrial. No ano seguinte, a SEI criou a Comissão Especial de Educação para colher subsídios, visando gerar normas e diretrizes para a área de informática na educação. Em parceria com o MEC (Ministério da Educação e Cultura) e o CNPq, a SEI realizou em Brasília o primeiro Seminário Nacional de Informática na Educação, em 1981. Esse seminário recomendava que as atividades da Informática Educativa fossem balizadas nos valores culturais, sócio-políticos e pedagógicos da realidade brasileira. No segundo seminário realizado em 1982, foi recomendado que os núcleos de estudos fossem vinculados às universidades, com caráter interdisciplinar, priorizando o ensino do então 2º grau (TARJA, 2001).

Segundo essa autora, em 1983 foram criados o Projeto Educom – Educação em Computadores e a CE/IE – Comissão Especial de Informática na Educação. O projeto Educom foi a primeira ação oficial e concreta do governo para levar os computadores até as escolas públicas. No ano seguinte foram oficializados os centros de estudo do projeto Educom.

Entre 1986 e 89, foi criado o Comitê Assessor de informática para Educação de 1º e 2º graus (Caie/Seps), que tinha como objetivo traçar as políticas nacionais de informática educacional a partir do Projeto Educom. Além desse comitê, foram criados o Projeto Formar, visando à formação de recursos humanos nessa área e o Projeto Cied que visava à implantação de Centros de Informática e Educação (MORAES, 1993).

Em 1995 foi criado o Proinfo, cujo objetivo era a formação de NTEs (Núcleos de tecnologias Educacionais) em todos os Estados do país (TARJA, 2001). Em 1997 houve um acordo Brasil-EUA sobre o desenvolvimento da tecnologia para uso pedagógico. A participação do Brasil iniciou-se em 1999 por meio da parceria entre Secretaria de Ensino Médio e Tecnológica (hoje SEB – Secretaria de Educação Básica) e a Secretaria de Educação a Distância (SEED). Brasil, Peru e Venezuela participaram do projeto. O resultado dessa parceria foi o Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED).

Até 2003, a equipe do RIVED, da SEED, foi a responsável pela produção de 120 objetos de aprendizagem nas áreas de Biologia, Física, Matemática e Química para o Ensino Médio. Em 2004 a produção de objetos foi transferida pela SEED para as universidades, cuja ação recebeu o nome de Fábrica Virtual (RIVED, 2003).

1.2. RIVED (REDE INTERNACIONAL VIRTUAL DE EDUCAÇÃO)

O RIVED é um programa da Secretaria de Educação a Distância, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de OA. Tais conteúdos primam por estimular o raciocínio e o pensamento crítico dos estudantes,

associando o potencial da informática às novas abordagens pedagógicas. A meta que se pretende atingir disponibilizando esses conteúdos digitais é melhorar a aprendizagem das disciplinas da educação básica e a formação cidadã do aluno. Além de promover a produção e publicar na *web* os conteúdos digitais para acesso gratuito, o RIVED realiza capacitações sobre a metodologia para produzir e utilizar os objetos de aprendizagem nas instituições de ensino superior e na rede pública de ensino (RIVED, 2003).

Os OAs produzidos pelo RIVED são atividades multimídia, interativas, na forma de **animações e simulações**. A possibilidade de testar diferentes caminhos, de acompanhar a evolução temporal das relações, causa e efeito, de visualizar conceitos de diferentes pontos de vista, de comprovar hipóteses, fazem das animações e simulações instrumentos poderosos para despertar novas idéias, para relacionar conceitos, para despertar a curiosidade e para resolver problemas. Essas atividades interativas oferecem oportunidades de exploração de fenômenos científicos e conceitos muitas vezes inviáveis ou inexistentes nas escolas por questões econômicas e de segurança, como por exemplo: experiências em laboratório com substâncias químicas ou envolvendo conceitos de genética, velocidade, grandezas, medidas, força, dentre outras.

Todos os conteúdos do RIVED ficam armazenados num repositório e, quando acessados, via mecanismo de busca, vêm acompanhados de um **guia do professor** com sugestões de uso. Cada professor tem liberdade de usar os conteúdos sem depender de estruturas rígidas: é possível usar o conteúdo como um todo, apenas algumas atividades ou apenas alguns objetos de aprendizagem como animações e simulações (RIVED, 2003).

No capítulo 5 é possível observar um objeto de aprendizagem que está no banco de dados do RIVED.

Com base nas novas tendências educacionais, buscou-se apresentar no presente trabalho uma ferramenta para o ensino de Ciências, procurando-se estabelecer pontos de balizamento para reflexões e investigações acerca do ensino de Ciências referenciado na Teoria Sócio-Constructivista de Vygotsky com o uso de uma ferramenta Tecnológica, um OA.

No transcorrer do trabalho, percebeu-se que o estabelecimento de relações entre esses dois pontos de balizamento nem sempre era fácil. As relações entre ambos os aspectos não se mostravam tão claras. Contudo, tais dificuldades se constituíram em um desafio a ser superado e procurou-se enfrentá-lo sempre com a preocupação de atingir um objetivo maior: contribuir para a reflexão sobre o ensino de Ciências em nossas escolas.

2. JUSTIFICATIVAS

As mudanças ocorridas no Ensino de Ciências, no Brasil, nas últimas décadas não foram suficientes para mudar a tendência de ensino propedêutico encontrado nas escolas. Segundo Krasilchik (2000), “tomando como marco inicial a década de 50, é possível reconhecer nestes últimos 50 anos movimentos que refletem diferentes objetivos da educação modificados evolutivamente em função de transformações no âmbito da política e economia, tanto nacional como internacional”. Porém, apesar de as mudanças terem acontecido, a postura apresentada nas práticas docentes nas escolas brasileiras é aquela voltada para o vestibular, ou seja, a postura memorística.

Pode-se observar esse fato na abordagem tradicional sobre o conceito científico, que é inicialmente apresentado de modo enciclopédico, resultando em uma aprendizagem momentânea, para a prova, que não se sustenta a médio e longo prazos. Raramente são articuladas as relações entre esses conceitos e o restante do corpo. Além disso, a forma de apresentação e o tratamento dos conceitos são bastante fragmentados, impossibilitando ao aluno contextualizar, estabelecer relações entre o processo de nutrição e seu uso pelo organismo, o que faria com que o aprendizado de ciências adquirisse um significado para os estudantes.

Assim, os objetivos do ensino de ciências que acompanharam essas mudanças são bem distintos, vão desde a formação de uma elite científica durante a Guerra Fria, na década de 50, até a formação de cidadãos, trabalhadores e estudantes. Porém, como assinala Krasilchik (2000), as modalidades didáticas propostas também sofreram mudanças e na última década a modalidade didática recomendada era o uso de jogos e do computador nas aulas de ciências. Segundo a autora, *in verbis*

Os novos recursos tecnológicos e, principalmente, o uso do computador criam dilemas equivalentes, podendo até ser uma fonte muito eficiente de fornecimento de informações. No entanto, o seu potencial como desequilibrador da vigente relação professor-aluno é ainda subutilizado como instrumento que possa levar o aluno a deixar o seu papel passivo de receptor de informações, para ser o que busca, integra, cria novas informações. O professor passa a ser o que auxilia o aprendiz a procurar e coordenar o que aprende dentro de um esquema conceitual mais amplo. Qualquer reforma deveria suscitar essas questões que são básicas para uma mudança real na qualidade de ensino (KRASILCHIK, 2000, p.88).

Acredita-se que esta situação seja o principal ponto de apoio para justificar uma proposta de uso do computador no Ensino de Ciências, tendo em vista que o modo tradicional não proporciona algo significativo para a maioria dos alunos.

Segundo Valente (1997), o computador pode ser usado também como ferramenta educacional. Nessa modalidade, o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de o aluno executar uma tarefa por intermédio do computador.

Diante disso, o Ensino de Ciências de caráter puramente memorístico deve ser repensado, senão refutado. Os objetivos do ensino de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. É nesse contexto que se pretende aplicar o OA em sala de aula, como ferramenta para professor e aluno.

Para o propósito deste trabalho de pesquisa, foi escolhido como tema a *digestão* nos seres humanos. O ensino de Ciências no que se refere ao corpo humano como um todo dinâmico e que interage com o meio ambiente é tratado em nível de propósito pelos PCNs, sendo que, na realidade, no processo de ensino, essa questão se constitui num obstáculo, tanto para alunos, quanto para professores. Optou-se, então, por realizar um estudo mais aprofundado no que diz respeito aos limites e possibilidades de uma experiência didática com o uso do computador para que fosse simulado o processo de nutrição, em especial a questão de absorção dos nutrientes pelo sistema circulatório.

Embora possa parecer que abordar conteúdos de *digestão* utilizando-se OAs contrarie a idéia construtivista da fundamentação teórica deste trabalho, a abordagem do uso de computador em sala de aula não é de caráter instrucionista.

A forma de abordagem procurou envolver, além dos elementos técnico-científicos relacionados ao conteúdo do assunto, as implicações de ordem social e ambiental, de modo a abranger os vários campos de conhecimento humano envolvidos no processo de nutrição. Isso já afasta uma possível tendência a abordagens empiristas e pragmatistas, sendo que a interação com o OA em questão

figura como situação desencadeadora do problema, o qual deverá ser solucionado com a utilização dos conceitos científicos, que figuram como ferramentas para o entendimento da realidade. Além disso, essa abordagem explicita a teoria sócio-construtivista de Vygotsky que orientou esse trabalho na análise dos dados.

A justificativa para a escolha do sistema digestório como conteúdo para construção de um OA reside no fato de que é um assunto de sala de aula e que envolve várias questões sociais e ambientais, além dos próprios conceitos científicos inerentes ao assunto. As questões sociais e ambientais vão desde a produção dos alimentos, o problema da fome no mundo, dietas, as informações nutricionais dos rótulos dos alimentos, até doenças que podem tornar-se um problema de saúde pública. Esses e outros tópicos são citados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) como temas a serem abordados e ensinados pelos professores de Ciência na escola de Ensino Fundamental.

3. OBJETIVOS DA PESQUISA

O foco do trabalho foi o estudo das relações que os alunos estabelecem entre o conhecimento científico e suas aplicações na vida. Tudo isso foi mediado pela tecnologia da informação, representada neste estudo por um OA.

O objetivo principal deste estudo é investigar se o uso da informática como ferramenta, mais especificamente de um OA sobre os processos digestivos, auxiliou os alunos a desenvolverem funções cognitivas² sobre esse conteúdo. A explicação do contexto *digestão* usando-se o OA poderia auxiliar os alunos a construir seus conceitos científicos através do deslocamento de sua zona de desenvolvimento proximal (ZDP) para esses conceitos?

Buscando respostas a essa questão, foram investigadas estudantes do terceiro ciclo do Ensino Fundamental, de uma escola da Rede Pública de Ensino do Estado de São Paulo, verificando como os conceitos envolvidos no estudo da digestão estavam desenvolvidos.

O próprio texto do PCN (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1998) sugere que os conteúdos devem ser representados em uma forma mais concreta e próxima à realidade cotidiana do educando devido às suas concepções prévias. Além disso, o PCN sugere o uso de ferramentas computacionais para construção e exibição dessas representações:

A partir das idéias que os estudantes têm para compreender a digestão dos alimentos no seu próprio organismo, é necessária a construção de uma representação, inclusive em visão tridimensional, do sistema digestório no corpo humano, seus órgãos e anexos (glândulas salivares, fígado, vesícula biliar, pâncreas), com a ajuda de atlas e modelos anatômicos ou informática...Ao se trabalhar os alimentos e os processos mecânicos e químicos da digestão, testes e experimentos são importantes para serem vivenciados e refletidos mediante problematizações, por exemplo, sobre a composição dos alimentos, sobre o papel da saliva na digestão, entre outros (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1998, p.75).

²) Neste trabalho tomamos como premissa que as funções cognitivas são correspondentes às funções mentais superiores tratadas nos trabalhos de Vygotsky.

4. PROBLEMA DE PESQUISA

Encontrar um problema de pesquisa pode até não ser muito difícil. Entretanto, formulá-lo da maneira correta é o grande desafio que se apresenta ao pesquisador. “Freqüentemente, a formulação de um problema é mais essencial que sua solução” (EINSTEIN, p. 71 apud GOLDENBERG, 2000). Sendo assim, tem razão Goldenberg (2000) quando nos convida a fazer a pergunta certa “Como formular um problema específico que possa ser pesquisado por processos científicos?” (Id., 2000, p. 71). Segundo a autora, é preciso “tornar o problema concreto e explícito através da imersão sistemática no assunto, do estudo da literatura existente e da discussão com pessoas que acumularam experiência prática no campo de estudo” (Id., 2000, p. 71).

O tema que figura como objeto de nossa pesquisa é a possibilidade de serem ensinados conteúdos de Ciências utilizando-se um OA que apresente o conteúdo sobre o Sistema Digestório. Mais especificamente, pretendeu-se analisar a viabilidade de se ensinarem conteúdos de ciências utilizando-se a tecnologia do OA, numa perspectiva construtivista baseada na teoria de construção de conceitos científicos propostos por Vygotsky. Entretanto, antes de definir o problema principal da pesquisa, cabe questionar: como proceder para atingir esse objetivo?

A partir de nossas reflexões sobre a melhor metodologia de ensino para a abordagem do tema, o caminho que se revelou mais adequado ao uso de um OA como ferramenta de ensino foi trabalhar com os conceitos espontâneos dos alunos sobre esse tema e, posteriormente, inserir o OA contendo os conceitos científicos que pudessem lhes proporcionar uma aprendizagem significativa do assunto.

O objetivo de ensino utilizado foi buscar o desenvolvimento intelectual dos estudantes pela teoria vygotskyana, que tem como vínculo principal do processo de aprendizagem a formação de conceitos pela criança.

Por isso, a proposta deve proporcionar aos educandos uma nova visão de mundo, que venha a se aliar a outras perspectivas de interpretação da realidade cotidiana, tanto aquelas fornecidas pelo seu meio sócio-cultural, quanto as que o indivíduo venha a adquirir em sua vida escolar e profissional.

Nosso problema de pesquisa foi, portanto, investigar se a construção de conceitos científicos pode ser auxiliada pelo uso de um OA.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

A escolha das bases teóricas de uma pesquisa é de fundamental importância, tanto para definir quais os objetivos a serem atingidos, quanto para delinear a metodologia que será empregada no trabalho investigativo.

Para a presente pesquisa, buscou-se embasamento em referenciais que tratassem de questões relacionadas ao ensino e à construção dos conceitos de Ciências no Ensino Fundamental. Com isso, procurou-se estabelecer pontos de balizamento para reflexões e investigações sobre o ensino dos conceitos científicos e a teoria sócio-cultural de Vygotsky.

5.1. TEORIA SÓCIO-CULTURAL DE VYGOTSKY

5.1.1. Lev Semyonovitch Vygotsky (1896 - 1934)³

Lev Semyonovitch Vygotsky (Figura 1) nasceu em 5 de novembro de 1896, na cidade de Orsha, no nordeste de Minsk, na Bielo-Rússia. Graduou-se em 1917 na Universidade de Moscou, com especialização em literatura. De 1917 a 1923, Vygotsky lecionou literatura e psicologia numa escola em Gomel, onde dirigia também a seção de teatro do centro de educação de adultos, além de dar muitas palestras sobre os problemas da Literatura e da Ciência (VYGOTSKY, 1991).

Em seus estudos na Universidade de Moscou, ele leu muito sobre lingüística, sociologia, psicologia, filosofia e artes. Entre 1924 e 1934, ano de sua morte por tuberculose, em colaboração com Aleksandre Luria e A N Leontiev, iniciou uma série

³) Tradução própria.

de investigações em psicologia do desenvolvimento, pedagogia e psicopatologia. Seu mais famoso trabalho é o *Pensamento e Linguagem*, publicado logo depois de sua morte. Ele desenvolveu pela primeira vez uma teoria do desenvolvimento da linguagem que antecipava a psicologia genética de Piaget (LEV VYGOTSKY ARCHIVE, 1999).

Nos anos que antecederam sua morte, Vygotsky lecionou e escreveu extensamente sobre problemas da educação, usando freqüentemente o termo “pedologia”, que pode ser grosseiramente traduzido por “psicologia educacional”. Ele era adepto da pedologia, que enfatizava os testes de capacidade intelectual padronizada a partir dos testes de QI, que estavam ganhando evidência na Europa Ocidental e nos Estados Unidos. Vygotsky foi erroneamente acusado de defender a aplicação de testes psicológicos em massa (VYGOTSKY, 1991).

Seu trabalho foi publicado depois de sua morte, em 1934, e suprimido em 1936, pois o Comitê Central do Partido Comunista baixou um decreto proibindo todos os testes psicológicos na União Soviética. Além disso, todas as revistas de psicologia mais importantes deixaram de ser publicadas por quase 20 anos. Em 1958, seus estudos voltam a ser publicados e conhecidos no Ocidente. Porém, devido a vários fatores, inclusive a tensão política entre os Estados Unidos e a União Soviética após a segunda grande guerra, o trabalho de Vygotsky permaneceu desconhecido por grande parte do mundo ocidental durante décadas. Apenas quando a Guerra Fria acaba, o conhecimento deixado por Vygotsky começa a ser revelado (MARXISTS INTERNET ARCHIVE, 2008).



Figura 1 - Lev. S. Vygotsky (Marxists Internet Archive, 2008)

5.1.2. O Construtivismo Social de Vygotsky

Dentre as perspectivas existentes para o estudo das questões de ensino e aprendizagem, encontra-se a abordagem *construtivista*, fundamentada nas teorias da *epistemologia genética* de Jean Piaget e da pesquisa sócio-histórica de Lev S.Vygotsky.

A aprendizagem denominada *construtivista*, segundo Mortimer (1995, p. 57) é “a aprendizagem que se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; e as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem”. Neste capítulo, serão examinados os conceitos e princípios do estudo de Vygotsky sobre a construção e desenvolvimento dos conceitos científicos, que serão referência para o desenvolvimento e avaliação da proposta educacional descrita neste trabalho.

De acordo com Vygotsky, todas as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social e acabam se constituindo no produto do desenvolvimento histórico-social de sua comunidade (LURIA, 1999). Portanto, as

habilidades cognitivas e as formas de estruturar o pensamento do indivíduo não são determinadas por fatores congênitos. São, isto sim, resultado das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura em que o indivíduo se desenvolve. Conseqüentemente, a história da sociedade na qual a criança se desenvolve e a história pessoal dessa criança são fatores cruciais que vão determinar sua forma de pensar. Neste processo de desenvolvimento cognitivo, a linguagem tem papel fundamental na determinação de como a criança vai aprender a pensar, uma vez que formas avançadas de pensamento são transmitidas à criança através de palavras (MURRAY THOMAS,1993).

Vygotsky foi influenciado pelas teorias marxistas e acreditava que só se pode compreender um indivíduo no contexto de seu ambiente sócio-histórico. Segundo ele, todas as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social e acabam se constituindo no produto do desenvolvimento histórico social de sua comunidade (LURIA, 1999).

A teoria vygotskyana apregoa que o desenvolvimento dos níveis mais altos de desenvolvimento psicológico depende da presença de mediadores na interação da criança com o ambiente (KOZULIN, 2003). O desenvolvimento não é um processo estático, mas é visto de uma maneira prospectiva, isto é, em suas possibilidades a médio e longo prazo. Este último termo é o que supõe a idéia de potencialidade de essencial importância para o presente estudo. Sendo assim, o desenvolvimento humano baseia-se em processos distintos e relacionados entre si: a maturidade e a aprendizagem. A primeira prepara e condiciona para a segunda, porém a aprendizagem estimula e potencializa o amadurecimento, marcando uma diferenciação com outros referenciais teóricos, nos quais o desenvolvimento antecede a aprendizagem.

A teoria de Vygotsky pressupõe cinco conceitos fundamentais que devem ser levados em conta para compreendê-la: as funções mentais; as habilidades psicológicas; a zona de desenvolvimento proximal, as ferramentas psicológicas e a mediação.

O nosso foco de trabalho é explorar as proximidades da zona de desenvolvimento dos alunos através da mediação pelo professor com o auxílio do

computador como ferramenta de ensino de conceitos científicos. Porém, os conceitos relacionados acima serão citados no texto, pois não é possível separar um conceito de outro para compreender a construção e o desenvolvimento de conceitos científicos pela criança, na teoria de Vygotsky.

5.2. AS ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS

Segundo Vygotsky (1991), existem dois tipos de funções mentais: as inferiores e as superiores. As funções mentais inferiores são aquelas com as quais nascemos, são as funções naturais e estão determinadas geneticamente. Essas funções limitam o comportamento enquanto reação ou resposta ao ambiente, a conduta é impulsiva. Já as funções mentais superiores são adquiridas e desenvolvem-se através da interação social.

As funções mentais superiores são mediadas culturalmente, o comportamento derivado dessas funções mentais está aberto a maiores possibilidades. O conhecimento é resultado da interação social; na interação com os demais se adquire a consciência de si mesmo, aprende-se o uso de símbolos que permitem pensar em formas cada vez mais complexas. Para Vygotsky, quanto mais e maior a interação social, mais consistentes tornam-se essas funções. A diferença principal entre as operações mentais inferiores e superiores é que o indivíduo não se relaciona unicamente de forma direta com seu ambiente, mas também através e mediante a interação com os demais indivíduos.

A teoria vygotskyana tem como vínculo principal do processo de aprendizagem a formação de conceitos pela criança. Segundo Vygotsky (1991), o aprendizado é mais do que a aquisição de capacidade para pensar, o aprendizado

desenvolve a capacidade de focalizar a atenção sobre várias coisas e pensar sobre elas.

O desenvolvimento de conceitos, para Vygotsky, depende das operações mentais superiores, portanto é uma atividade social e depois se transforma em uma aquisição individual. Devido a essa complexa rede de operações mentais e à luz das conclusões genéticas, a evolução que culmina no desenvolvimento dos conceitos constitui-se de três estágios básicos, sendo que cada um divide-se em várias fases. Cada uma dessas fases estão interligadas para culminar na formação dos conceitos propriamente ditos.

O primeiro estágio descrito por Vygotsky (2000) é o que se manifesta na criança de tenra idade quando esta começa a falar, ocasião em que o significado da palavra está vinculado ao pensamento sincrético. Nas palavras do autor:

A formação de uma pluralidade não informada e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos. Esse amontoado de objetos a ser discriminado pela criança, a ser unificado sem fundamento interno suficiente, sem semelhança interna suficiente e sem relação entre as partes que o constituem, pressupõe uma extensão difusa e não direcionada do significado da palavra (ou do signo que a substitui) a série de elementos externamente vinculados nas impressões da criança mas internamente dispersos (VYGOTSKY, 2000, p. 173).

Um bom exemplo desse estágio é quando a criança, ao ver a mãe lavar a roupa no tanque, a imita lavando suas roupas no vaso sanitário. A formação não informada e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos, descritos por Vygotsky, podem ser vistos nesse exemplo. Os objetos foram unificados sem fundamento interno suficiente, ou seja, o conceito da lavagem foi relacionado a qualquer objeto que contenha água e esteja ao alcance da criança; é um significado não direcionado da palavra *lavar*. A vinculação pela criança dessa série de elementos às impressões externas, ao seu ambiente são chamadas por Vygotsky de imagem sincrética.

O ambiente começa a ser controlado pela criança com a ajuda da fala, e isso só é possível quando há a manifestação desse primeiro estágio do desenvolvimento. E através das palavras dotadas de significado que a criança estabelece a comunicação com os adultos. Vygotsky escreve que

O significado da mesma palavra na criança e no adulto freqüentemente se cruza no mesmo objeto concreto e isto é suficiente para que adultos e crianças se entendam. Entretanto, são bem diferentes os caminhos... Mesmo onde o significado da palavra infantil coincide parcialmente com o significado da palavra adulta isto decorre psicologicamente de operações bem diversas e originais e é produto da mistura sincrética de imagens que está por trás da palavra da criança (VYGOTSKY, 2000, p.176).

O exemplo citado acima explana bem a idéia de Vygotsky. É nesse momento que é propiciada à criança a mediação simbólica entre ela e o mundo. Porém, a formação desse amontoado de objetos, ou imagem sincrética, baseia-se nos encontros espaciais e temporais de determinados elementos, no contato imediato ou em outra relação mais complexa que surge entre eles no processo de percepção imediata. Aqui a imagem sincrética equivale ao conceito, por isso os caminhos de formação dos significados das palavras na mente da criança são bem distintos do que ocorre para a formação do mesmo significado na mente dos adultos.

5.2.1. O Pensamento por Complexos

A formação de complexos é o segundo estágio para o desenvolvimento do pensamento por conceitos, segundo Vygotsky (2000). Já constitui um pensamento coerente, porém é diferente do pensamento por conceitos, o qual se desenvolve apenas na época da maturação sexual. Esse modo de pensamento por complexos, segundo o autor, é baseado na formação de vínculos fatuais que se revelam na experiência imediata da criança, uma unificação concreta com base na semelhança física entre objetos. Como um conceito, o complexo é a generalização ou a unificação de objetos heterogêneos concretos. Mas por não estarem no plano do pensamento lógico-abstrato e sim no concreto-fatual, os vínculos através dos quais se constrói essa generalização podem ser do tipo mais variado.

Segundo Vygotsky (2000), as generalizações criadas por intermédio desse modo de pensamento representam, pela estrutura, complexos de objetos particulares concretos, não mais unificados à base de vínculos subjetivos que acabaram de surgir

e foram estabelecidos nas impressões da criança, mas de vínculos objetivos que efetivamente existem entre tais objetos. A construção de complexos é caracterizada pelo mesmo sentido funcional dos conceitos, é um novo passo a caminho do domínio destes.

A passagem para o tipo superior de pensamento consiste em que, em vez do “nexo desconexo”, que serve de base à imagem sincrética, a criança começa a unificar objetos homogêneos em um grupo comum, a torná-los mais complexos segundo as leis de vínculos objetivos, que efetivamente existem entre os objetos, e ela os descobre. Essa variedade de pensamento é um passo decisivo em direção à conquista do pensamento objetivo, visto que a criança já superou até certo ponto o seu egocentrismo e afasta-se de seu pensamento sincrético. A suplantação do estágio anterior pelo pensamento por complexos é um progresso indiscutível e muito significativo na vida da criança, pois esta já não confunde as relações entre suas próprias impressões com as relações entre os objetos (VYGOTSKY, 2000).

E para o desenvolvimento dos conceitos infantis, a comunicação verbal com os adultos se torna um potente fator. Os conceitos “em si” e “para os outros” se desenvolvem na criança antes que se desenvolva o conceito “para si”, segundo Vygotsky (2000). A criança começa antes a aplicar na prática e a operar com conceitos para depois a assimilá-los. A generalização é construída com base em leis inteiramente diferentes daquelas nas quais se constrói o verdadeiro conceito.

Vygotsky (2000) cita o exemplo da criança que escolhe um triângulo amarelo e várias figuras semelhantes triangulares até que sua atenção é atraída pela cor azul de uma figura que acabou de incorporar ao conjunto. Então ela passa a escolher figuras circulares, semicirculares, mas que são azuis. Assim, o significado da palavra se desloca pelos elos da cadeia complexa. Antes eram escolhidas figuras triangulares diversas, agora são escolhidas figuras de cor azul, porém geométricas. Ela não generalizou o conceito de figuras angulosas, porém escolhe as figuras com essas características. A característica mais importante da construção de complexos é o caráter do vínculo ou modo de combinação do mesmo elo e o seguinte, ou seja, o próximo elo está unido ao anterior, porém podem ser muito diferentes os modos de

combinação desses elos. O sentido funcional aparece em primeiro plano na construção dos complexos, é igual entre iguais.

O pensamento por complexos é o intermediário entre o início do desenvolvimento das funções superiores e a formação dos conceitos propriamente ditos, porque a criança não pode assimilar de imediato o modo de pensamento dos adultos. A criança concebe como significado da palavra o mesmo que o concebe o adulto, ou seja, concebe aqueles referentes graças aos quais a comunicação se torna possível, mas concebe o próprio conteúdo de modo bem diferente e por intermédio de operações intelectuais diferentes. Por exemplo, a palavra *luná* e *mêssaitz* em russo designam o mesmo referente (lua), mas o designam de modo diferentes, pois têm etimologias diferentes. *Luná* tem origem no latim e designa caprichoso, inconstante, fantasista. Enfatiza a forma mutável da lua que a distingue dos outros corpos celestes. *Mêssiatz* significa medidor, destaca outra característica: a possibilidade de medir o tempo usando-se as fases da lua. São nomes para o mesmo referente, lua, mas são diferentes as operações mentais em que se baseiam, como destaca Vygotsky (2000).

Para Vygotsky, até a criança alcançar o nível de maturidade para a formação de conceitos, há um estágio de seu desenvolvimento conhecido como *pseudoconceito*.

Generalização formada na mente da criança, embora fenotipicamente semelhante ao conceito empregado pelos adultos em sua atividade intelectual, é muito diferente do conceito propriamente dito pela essência e pela natureza psicológica. [...] é uma combinação complexa de uma série de objetos tipicamente idênticos ao conceito mas que não são conceitos, de maneira nenhuma, pela natureza genética, pelas condições de surgimento e desenvolvimento e pelos vínculos dinâmico-causais que lhe servem de base (VYGOTSKY, 2000, p. 190).

O triângulo amarelo que a criança escolhe diante de todos os outros é conceituado pela trigonometria como uma figura geométrica formada por três lados e três ângulos; para a criança o amarelo pode ser uma das características do triângulo como objeto. O ponto de destaque nessa fase é a comunicação entre a criança e o adulto devido à concepção do significado da palavra por ela. Porém as operações intelectuais pelas quais foi concebido o significado são bem diferentes.

5.2.2. O Desenvolvimento dos Conceitos

Segundo Vygotsky (2000), a formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento do adolescente. Só como resultado da solução desse problema surge o conceito, sendo este mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental. Ele é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já houver atingido o seu nível de desenvolvimento intelectual mais elevado. Nas palavras do autor:

O processo de desenvolvimento dos conceitos ou significados das palavras requer o desenvolvimento de toda uma série de funções, como a atenção arbitrária, a memória lógica, a abstração, a comparação e a discriminação. Todos esses processos psicológicos sumamente complexos não podem ser simplesmente memorizados, simplesmente assimilados. Tanto é assim que a investigação teórica e a experiência pedagógica nos ensinam que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. Em tais casos, a criança não assimila o conceito, mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. No fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios (VYGOTSKY, 2000, pág. 247).

O desenvolvimento dos conceitos científicos na mente da criança-alvo do processo de ensino escolar de nada difere essencialmente do desenvolvimento de todos os demais conceitos que se formam no processo de experiência propriamente dita da criança; conseqüentemente, a própria delimitação de ambos os processos é inconsciente. Assim como Vygotsky, Jean Piaget, um dos pesquisadores modernos, não passou à margem da questão sobre a formação de conceitos pela criança. Tão logo se deparou com o problema, estabeleceu uma nítida dicotomia entre aquelas noções infantis de realidade, em cujo desenvolvimento cabe papel decisivo ao trabalho do pensamento infantil, e aquelas que surgiram sobre a influência

determinante dos conhecimentos que a criança assimila das pessoas que a rodeiam (VYGOTSKY, 2000).

Piaget denominou, assim como Vygotsky, *conceitos espontâneos* o primeiro grupo de conceitos formados na mente da criança para distingui-lo do outro. A teoria piagetiana estabelece que esses dois grupos de representações ou conceitos infantis têm muita coisa em comum, são elas:

- 1) ambos revelam resistência à sugestão;
- 2) ambos têm raízes profundas no pensamento da criança;
- 3) ambos revelam certa identidade entre as crianças da mesma idade;
- 4) ambos permanecem por muito tempo, durante vários anos, na consciência da criança e gradualmente vão dando lugar a novos conceitos em vez de desaparecerem num instante, como é próprio dos conceitos a elas sugeridos;
- 5) ambos se manifestam nas primeiras respostas corretas da criança.

Todos esses indícios, comuns a ambos os grupos de conceitos infantis, estudados pelos dois pesquisadores, diferem de conceitos e respostas sugeridos que a criança produz sob a influência da força sugestiva da pergunta. Ao que indicam tanto as pesquisas vygotskyanas como as piagetianas, os conceitos científicos tendem a se desenvolver a partir de um mediador, o que poderia ser uma outra pessoa.

Para Piaget, o desenvolvimento intelectual da criança é uma extinção gradual das propriedades do pensamento infantil, na medida em que se aproxima o ponto conclusivo do desenvolvimento. Para ele, o desenvolvimento intelectual da criança se constitui no processo de repressão gradual das qualidades e propriedades originais do pensamento infantil pelo pensamento mais poderoso e mais forte dos adultos (VYGOTSKY, 2000). O pedagogo francês elaborou a lei do desenvolvimento intelectual da criança, em suas palavras:

O desenvolvimento se reduz essencialmente à extinção. O novo no desenvolvimento surge de fora. As peculiaridades da criança não desempenham papel construtivo, positivo, progressivo e formador na história de seu desenvolvimento intelectual. Não é delas que surgem as formas superiores de pensamento; estas simplesmente assumem o lugar das anteriores (VYGOTSKY, 2000, p. 286).

Por outro lado, Vygotsky concebe que o desenvolvimento intelectual infantil não é uma extinção de um conceito pelo outro e, sim, uma continuação de associações e processos cognitivos mais elaborados que o desenvolvimento real da criança ainda não atingiu. Além disso, os conceitos científicos podem sustentar-se solidamente em suas argumentações ao contrário dos conceitos espontâneos que se desenvolveram a partir de associações arbitrárias.

Para Piaget, segundo Vygotsky (2000), ao longo do desenvolvimento da criança, devem coexistir dois grupos antagônicos de conceitos – os espontâneos e os não-espontâneos, que mudam apenas em suas correlações quantitativas com a evolução da idade. Na idade escolar, o processo letivo leva os conceitos não-espontâneos a deslocarem definitivamente os espontâneos entre os onze e os doze anos. O desenvolvimento intelectual da criança já está plenamente concluído nessa faixa etária, o que é o ato mais importante e coincide com a época do amadurecimento. Segundo esse autor, o desenvolvimento dos conceitos infantis esbarra-se efetivamente a cada passo em conflitos reais entre o pensamento da criança e o pensamento daqueles que a cercam, conflitos esses que redundam na deformação sistemática daquilo que a mente da criança recebe dos adultos. Além do mais, para essa teoria, todo o conteúdo do desenvolvimento se reduz a um conflito constante entre as formas antagônicas de pensamento, a compromissos originais entre elas, que são estabelecidos em cada fase etária e medidos pelo grau de declínio do egocentrismo infantil.

Pode-se inferir que para ambos, tanto para Vygotsky como para Piaget, o desenvolvimento cognitivo e físico são interdependentes.

Na interação entre ensino e aprendizagem observados na teoria vygotskyana, cada assunto tratado na escola tem sua própria relação específica com o curso de desenvolvimento da criança, relação essa que varia à medida que a criança vai de um estágio cognitivo para outro.

Na teoria vygotskyana, o aprendizado é mais do que a aquisição da capacidade para pensar, é a aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas. O aprendizado não altera nossa capacidade global de focalizar atenção; ao invés disso, no entanto, desenvolve várias capacidades de

focalizar a atenção sobre várias coisas. Uma vez que a criança tenha aprendido a realizar uma operação, ela passa a assimilar algum princípio-estrutura cuja esfera de aplicação é outra que não unicamente a das operações do tipo daquela usada como base para assimilação do princípio. Conseqüentemente, ao dar um passo no aprendizado, a criança dá dois no desenvolvimento, ou seja, o aprendizado e o desenvolvimento não coincidem (VYGOTSKY, 1991).

Para Vygotsky (1991), as operações mentais superiores desenvolvem-se em dois momentos: em um primeiro momento, os processos psicológicos ou operações mentais superiores manifestam-se no âmbito social e, num segundo momento, no âmbito individual. Logo, a atenção, a memória, a formação de conceitos são primeiro um fenômeno social e depois transformam-se em uma propriedade do indivíduo. Segundo o autor, cada processo psicológico primeiro é social e depois pessoal, individual.

5.3. OS CONCEITOS CIENTÍFICOS⁴

Segundo Vygotsky (2000), a imitação, se concebida em sentido amplo, é a forma principal em que se realiza a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento. A aprendizagem da fala, a aprendizagem na escola se organizam amplamente com base na imitação. Na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas isso passa a ser acessível a ela com a colaboração e sob a orientação do professor. Para o autor, esse é o momento mais determinante, quando a criança aprende o novo.

Convencionalmente acredita-se que o conceito espontâneo da criança se desenvolva de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores.

⁴) O autor refere-se a conceitos científicos na área de ciências humanas.

Vygotsky (2000) designou como inferiores as propriedades dos conceitos mais simples, mais elementares, que amadurecem mais cedo, e como superiores aquelas propriedades mais complexas vinculadas à tomada de consciência e à arbitrariedade, e que se desenvolvem mais tarde. Essa diferença está vinculada à referida relação distinta dos conceitos científico e espontâneo com o objeto. Já nas primeiras aulas, a criança aprende a estabelecer relações lógicas entre conceitos, mas o movimento desses conceitos parece transcorrer crescendo para dentro, abrindo caminho para o objeto, vinculando-se à experiência que, neste sentido, a criança tem, e incorporando-a. Os conceitos científico e espontâneo se encontram, na mesma criança, aproximadamente nos limites do mesmo nível, no sentido de que, no pensamento infantil, não se podem separar os conceitos adquiridos na escola dos conceitos adquiridos em casa (VYGOTSKY, 2000).

Por essa razão, quando a criança é colocada diante dos conceitos científicos, suas frases terminam com as palavras “porque” e “embora”. No campo dos conceitos científicos, encontramos um nível mais elevado de pensamento. O desenvolvimento do conceito científico começa justamente pelo que ainda não foi plenamente desenvolvido nos conceitos espontâneos. Começa habitualmente pelo trabalho com o próprio conceito como tal, pela definição verbal do conceito, por operações que pressupõem a aplicação não espontânea desse conceito. Pode-se concluir que os conceitos científicos começam sua vida pelo nível que o conceito espontâneo da criança ainda não atingiu em seu desenvolvimento. Por isso as frases infantis na idade escolar, quase sempre, são interrompidas com palavras que sugerem questionamentos.

Desse modo, o desenvolvimento dos conceitos científicos e espontâneos seguem caminhos dirigidos ao contrário, ambos os processos estão, internamente e da maneira mais profunda, inter-relacionados. O desenvolvimento do conceito espontâneo da criança deve atingir um determinado nível para que ela possa apreender o conceito científico e tomar consciência dele. Em seus conceitos espontâneos, a criança deve atingir aquele limiar no qual se torna possível a tomada da consciência (Vygotsky, 2000).

Por essa razão aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida da criança, de acordo com Vygotsky (1991). O aprendizado deve ser combinado de alguma maneira com o nível de desenvolvimento da criança. Porém, ao contrário da de Piaget, a teoria de Vygotsky pressupõe que o aprendizado pode estar um pouco além do desenvolvimento real - faixa etária, ou seja, o desenvolvimento potencial pode ser alcançado antes.

Por essa razão, a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) muitas vezes é tomada como um dos níveis de desenvolvimento, porém, trata-se precisamente do campo intermediário desse processo. Sendo o desenvolvimento potencial uma incógnita, já que não foi ainda atingido, Vygotsky postula sua identificação através do entendimento da ZDP. Tomando-se como premissa o desenvolvimento real, aquilo que o sujeito consolidou de forma autônoma, o potencial pode ser inferido com base no que o indivíduo consegue resolver com ajuda. Assim, a zona proximal fornece os indícios do potencial, permitindo que os processos educativos atuem de forma sistemática e individualizada (KOZULIN, 2003).

5.4. ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

A ZDP é definida numa das traduções dos livros de Vygotsky, *A Formação Social da Mente*, de 1991, como:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução de independentes problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes." (VYGOTSKY, 1991, p. 97)".

Ou seja, a ZDP define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, que estão presentemente em estado embrionário.

Atualmente o conceito da ZDP é usado como termo para explicar, somente, o desenvolvimento cognitivo infantil referente ao aprendizado escolar. Por essa razão, alguns autores criticam a interpretação desse conceito da teoria de Vygotsky.

Segundo Chaiklin (2003, p. 41), a interpretação comum da ZDP compreende três suposições:

- suposição de generalidade - por meio da qual se assume a aplicabilidade universal da ZDP;
- suposição de ajuda - semelhante ao argumento de Palincsar sobre a ZDP ter sido realinhada para assumir que a aprendizagem requer a intervenção de um especialista;
- suposição potencial - por meio da qual a ZDP é vista como um tipo de propriedade natural do estudante, que permite a melhor aprendizagem com menor dificuldade.

Para esse autor sua crítica a essa interpretação comum pode ser colocada em três fundamentos. Primeiro, a ZDP deve estar relacionada ao desenvolvimento global ao longo do tempo, ao invés de tratar da aprendizagem de qualquer habilidade específica. Já que Vygotsky salienta que aprendizado e desenvolvimento estão interligados desde o nascimento da criança.

Segundo, é fato aceito que uma criança pode fazer mais se houver a direção e a colaboração de uma pessoa mais capaz. O que muitos pesquisadores evitam é entender o significado da assistência provida, em relação à aprendizagem de habilidades e o desenvolvimento global do estudante. Finalmente, o potencial de um estudante não é propriedade de uma criança (como em “nesta fase ela está em sua Zona de Desenvolvimento Proximal”), pelo contrário, a ZDP é uma indicação de presença de imaturidade, ou do processo de amadurecimento, como se queira, funções psicológicas que podem ser um trampolim para intervenções significantes. Chaiklin (2003) estimula a revisão do constructo teórico original de Vygotsky em seu contexto histórico e cultural, para não afastar suas intenções originais:

- ao desenvolver as teorias sobre as funções psicológicas da ZDP, Vygotsky estava tentando levantar uma série de temas que não foram

adequadamente confrontadas na literatura contemporânea que recorre a este conceito;

- muitas das “resoluções” ou “desenvolvimentos novos” que diversos autores propuseram parecem ser uma diluição desses assuntos teóricos gerais, em lugar de uma clarificação ou aprofundamento; e
- muitos dos argumentos, críticas e preocupações que foram levantados estão explicitamente errados ou não apontaram para a perspectiva teórica histórico-social de Vygotsky. As pessoas que queiram usar a zona de conceito de desenvolvimento de proximal devem, no mínimo, tentar entender os problemas teóricos e conceituais particulares a que Vygotsky tentava se referir quando formulou este conceito. (CHAIKLIN, 2003, p. 41).

No presente trabalho de pesquisa, a utilização de uma tecnologia informacional, OA, foi baseada na teoria explanada acima. Sua concepção aponta para o uso do OA como ferramenta de ensino para os estudantes explorarem os conceitos científicos presentes e os confrontarem com seus conceitos espontâneos, para que, a partir dessa acareação, os estudantes possam ser auxiliados na construção de seus conceitos científicos. Levando-se em consideração o referencial teórico explanado e tomando-se como premissa que a ZDP é a região onde os conceitos estão amadurecendo, entende-se que a mediação com o uso do computador e da pesquisadora pode auxiliar os alunos a evoluírem em seus conceitos sobre o tema do OA.

5.5. DIMENSÕES DO USO DE UM OA NO PROCESSO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

A educação contemporânea tornou-se consciente do desafio da sala de aula multicultural, o que também transformou-se em uma necessidade para a educação cognitiva. Muitos dos problemas dos estudantes não se originam da apresentação pobre dos conteúdos e sim da falta de estratégias cognitivas e ferramentas metacognitivas necessárias. Os programas de educação cognitiva têm como objetivo desenvolver as ferramentas cognitivas básicas para um estudo eficiente em todas as matérias ou favorecer um alto nível de funções cognitivas específicas dadas para cada área curricular, como ciências, matemática ou literatura, por exemplo. No ponto de vista vygotskyano, a essência da educação cognitiva está em fornecer aos estudantes novas ferramentas psicológicas que possam dar forma a qualquer idéia ou aumentar as funções cognitivas de domínio específico (KOZULIN, 2003).

Desse modo, temas e atividades inovadoras, que possam estimular os estudantes e incentivar a aprendizagem, devem ser buscadas no ensino de ciências. Um fator com potencial para motivar os estudantes é a informática, que permite empregar recursos multimídia para despertar-lhes o interesse e auxiliá-los na compreensão dos assuntos.

Segundo Coll (apud ZABALA, 1998), os conteúdos de aprendizagem abrangem mais do que capacidades cognitivas, envolvendo conceitos, procedimentos e atitudes relacionados, respectivamente, ao que é preciso *saber*, *saber fazer* e *ser*. Conforme expõe Zabala (1998), cada um desses conteúdos é caracterizado por um conjunto de aspectos a serem aprendidos:

- A aprendizagem de conteúdos *conceituais* abrange o conhecimento e a compreensão de fatos, conceitos e princípios, com a capacidade de utilizá-los para interpretar situações e construir novas idéias. São conteúdos dessa natureza: nomes, acontecimentos, fenômenos concretos e singulares, termos abstratos, símbolos, relações, leis e outros.

- A aprendizagem de conteúdos *procedimentais* abarca a realização de ações seguindo-se procedimentos e aplicando-se técnicas e métodos, demandando exercício, reflexão sobre os próprios atos e habilidade para empregar tal conhecimento em contextos diferenciados. São conteúdos dessa natureza: ler, observar, calcular, classificar, inferir, debater e outros.
- A aprendizagem de conteúdos *atitudinais* engloba o cultivo de valores, atitudes e normas, necessários para a vida equilibrada em sociedade. São conteúdos dessa natureza valores como a solidariedade, o respeito aos outros e a responsabilidade, e atitudes, tais como cooperar com o grupo, ajudar os colegas e respeitar o meio-ambiente.

No presente trabalho, a ênfase recai sobre os aspectos conceituais da aprendizagem. Na implementação desse instrumento pedagógico, foram incluídos textos visando a estimular a leitura e questões para propiciar a realização de debates sobre os principais temas expostos, de modo a contribuir não apenas para a consolidação de conceitos, mas ainda para o desenvolvimento da capacidade de interpretar, inferir e argumentar, procedimentos relevantes do ponto de vista educacional.

5.6. OBJETOS DE APRENDIZAGEM(OA)

Para Wiley (2002), OAs são elementos de um novo tipo de instrução computacional, com base no paradigma de orientação a objetos da ciência da computação. Objetos são representações de abstrações de entidades do mundo real. Tais representações podem ser implementadas usando-se a tecnologia de construção de *software*. No paradigma de orientação a objetos, objetos são componentes de *software* que podem ser reutilizados na construção de novos programas. O objetivo principal do paradigma de orientação a objetos é facilitar a construção de *softwares* por meio do reuso de componentes. Dessa forma, sistemas mais complexos de

software podem ser construídos por meio da organização de componentes menos complexos. Uma das conseqüências desse tipo de abordagem é a melhoria da produtividade no processo de trabalho, uma vez que não é preciso a cada novo projeto recomeçar tudo do zero (SOUZA, YONEZAWA, SILVA, 2007).

O IEEE e o LTSC definem objetos de aprendizagem como qualquer entidade, digital ou não, que pode ser usada, reusada ou ser referência de tecnologia para apoiar o aprendizado. O LTSC mostra alguns exemplos do que podem ser esses objetos: conteúdos multimídia, conteúdo instrucional, objetos de aprendizagem, *softwares* instrucionais, pessoas, organizações e eventos que possam ser referência de tecnologia apoiando o ensino⁵.

Para Tarouco (2003), objetos de aprendizagem podem ser definidos como qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. A expressão *objeto de aprendizagem (learning object)* geralmente refere-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem nas quais o recurso pode ser utilizado.

Já Wiley (2000) explica o OA como entidades digitais entregues via Internet, significando que qualquer pessoa pode ter acesso a eles e usá-los, simultaneamente, com outros usuários. Essas seriam as diferenças fundamentais entre a mídia instrucional tradicional e os OAs, segundo o autor.

Dentre essas definições, há algumas metáforas que podem vir a explicar o OA, como a *metáfora LEGO®*, que faz uma analogia entre o OA e as peças do brinquedo LEGO®, postulando que assim como as peças desse brinquedo, o OA são pequenos blocos de informação que podem ser combinados e reutilizados em diversos contextos. Há também a *metáfora do átomo*, proposta por Wiley (2000), que vislumbra os átomos como sendo a melhor analogia ao OA. De acordo com Wiley, essas partículas mínimas que formam tudo o que existe também podem se combinar e re-combinar, bem como podem ser utilizadas em diversos “contextos”, mas somente em algumas condições e casos, e não de maneira indiscriminada, como pressupõe a metáfora LEGO®.

⁵) Tradução própria.

Em toda parte, estão sendo produzidas mais do que algumas palavras, enquanto tenta-se dar uma clara imagem do que são OAs. A confusão ainda é aparente na literatura, assim como não existe uma definição de objetos de aprendizagem. Os diversos tópicos que dissertam sobre os OAs, suas características, metáforas e metodologias de desenvolvimento, podem ajudar a entender a definição de objeto de aprendizagem, já que esses métodos de desenvolvimento são voltados especificamente para essa tecnologia. Podem-se citar algumas características dos OAs: reusabilidade, combinação ou agrupabilidade, identificação por metadados e interatividade.

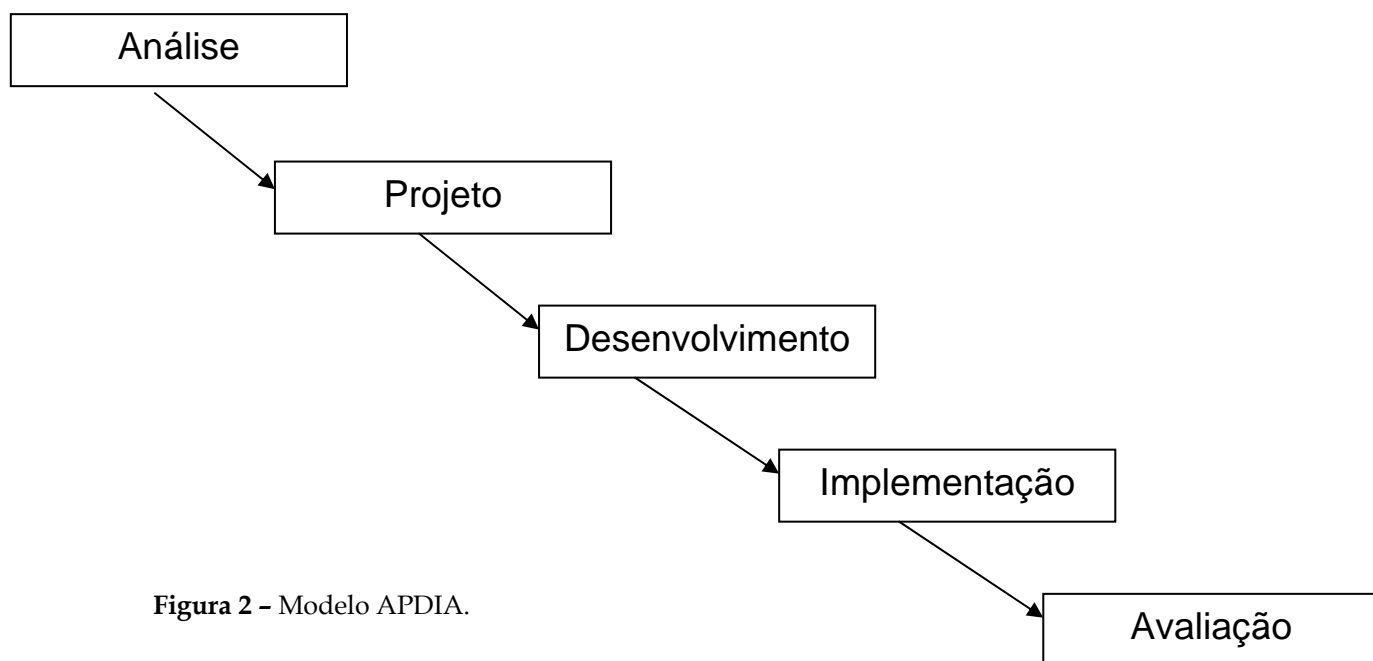
As metodologias de desenvolvimento voltadas especificamente para a produção de OAs são as seguintes:

- a) a *metodologia RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação)*, a qual possui seis fases distintas de desenvolvimento, tendo por objetivo produzir módulos que contenham uma ou mais atividades em forma de OAs para o auxílio ao processo de aprendizagem de determinadas áreas do conhecimento envolvidas nos currículos do ensino fundamental e médio;
- b) a *metodologia da Wisconsin On-line Resource Center*, que consiste em uma série de quatro fases, sendo que cada uma dessas possui diversos passos ou itens a serem verificados e/ou executados;
- c) a *metodologia mista proposta por Scariot (2005)*, que tem como diferencial a combinação de elementos dos métodos ágeis, e em especial do XP (Extreme Programming), com uma metodologia já desenvolvida para a produção específica de OA, o método RIVED.

Dessa forma, por não haver uma teoria clara sobre o que são OAs, a metodologia escolhida para desenvolver o OA deste estudo foi o *design* instrucional. A seguir é detalhado como são desenvolvidos projetos por esse método.

5.6.1. Design Instrucional

Um projeto instrucional (*instructional design*) é uma análise das necessidades de aprendizagem e o desenvolvimento sistemático de instrução. O desenvolvimento do material instrucional, na maioria das vezes, segue um modelo seqüencial de cinco fases: Análise, Projeto, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação (Apdia), conforme apresentado na Figura 2.



Filatro (2003) critica esse modelo seqüencial devido à separação entre as fases de concepção (análise, *design* e desenvolvimento, avaliação) e execução (implementação), que ele apresenta.

De acordo com a autora, a aprendizagem não pode ser prevista nos mínimos detalhes, nem controlada e seqüenciada, como propõe o *design* instrucional baseado na teoria de sistemas. Essa visão é corroborada por Struchiner

O modelo tradicional de *design* instrucional, baseado na teoria de sistemas e no conceito de aprendizagem como um processo que pode ser previsto nos seus mínimos detalhes, controlado, seqüenciado, e cujos resultados possam ser mensurados, não dá conta tanto da complexidade como da flexibilidade propostas na abordagem construtivistas, que tem uma visão totalmente diferenciada do conhecimento, desde a sua origem, desenvolvimento, construção e troca entre indivíduos (STRUCHINER apud FILATRO, 2003, p. 63)

Porém a visão de *design* instrucional que orientou esse estudo foi a concepção de Reigeluth:

Esse [novo] paradigma requer que nossa definição de *instrução* inclua o que muitos teóricos cognitivistas referem como *construção* [...]: um processo de ajudar os alunos a construir seu próprio conhecimento, em oposição (ou em adição) a simplesmente transmitir informação ao aluno. A instrução precisa ser explicada ao aluno de maneira mais ampla, como alguma coisa que é feita para facilitar a aprendizagem significativa (REIGELUTH apud FILATRO, 2004, p. 60).

Ao contrário do que pressupõe o modelo instrucionista, o qual afirma que a melhoria da aprendizagem dá-se com o aperfeiçoamento da instrução, proporcionalmente, o modelo construcionista transfere para os alunos, individual e/ou coletivamente a responsabilidade da aprendizagem significativa. O construtivismo não nega o valor da instrução nem considera que a aprendizagem aconteça espontaneamente, mas considera que a instrução é uma atividade de ensino que se utiliza da comunicação para transmitir a compreensão de fatos, já que, sem apresentação de conceitos por meio do material instrucional, o estudante não pode estabelecer relações com seus conhecimentos prévios e construir os seus próprios (FILATRO, 2003).

Jonassen e Reeves (1996 apud BANNAN-RITLAND, DABBAGH, MURPH, 2000, p. 24) distinguem o uso da tecnologia para construção do conhecimento e a reprodução de conhecimento, em defesa de como ferramentas cognitivas tecnológicas podem ajudar os aprendizes a organizar, reestruturar e representar o conhecimento. Essa mesma concepção do uso da informática na educação é defendida por Valente (1997) ao exemplificar que o ambiente LOGO, pode ser usado no ensino e aprendizagem segundo teorias construtivistas. Segundo esse modelo de OA, o mediador (professor) é efetivo quando age dentro da ZDP do aluno, porém o autor não prescreve nenhuma receita de como o mediador deve atuar efetivamente no ambiente Logo.

5.6.2. Um exemplo de Objeto de Aprendizagem: Experimentos Redi, Pasteur e Spallanzani

Os OAs produzidos pelo RIVED são atividades multimídia, interativas, na forma de animações e simulações (RIVED, 2003). Segundo os preceitos sobre OAs descritos no RIVED, mostra-se aqui o exemplo de um OA de Biologia para Ensino Médio, com enfoque conceitual na origem da vida. O OA sobre os experimentos de Redi, Pasteur e Spallanzani relaciona as teorias da origem da vida. Em cada atividade, o aluno pode interagir com o tempo, através de uma 'máquina do tempo', e com o cientista, além de interagir com o experimento. Não se trata das teorias da formação do sistema solar e nem da sua possível ligação com as teorias da evolução.

O objetivo básico desse OA é explorar os conceitos envolvidos nos experimentos de Spallanzani, Redi e Pasteur, diferenciando abiogênese de biogênese, com as visitas aos cientistas e a reflexão sobre os experimentos realizados no laboratório virtual. O usuário pode interagir, por meio de um conjunto de opções relativas aos experimentos e aos percursos, ou através dos cientistas escolhidos:

O objeto tem início com um local para o usuário digitar seu nome. A cientista faz uma pequena introdução sobre o assunto e convida o usuário a escolher uma data e o respectivo cientista para que, assim, inicie sua viagem na máquina do tempo (Figura 3). Em cada experimento realizado pelos cientistas, o cenário retrata a época histórica de cada um. E, em todas as experiências há um texto explicativo sobre como deve ser realizado o experimento, o qual pode ser realizado quantas vezes e como o aluno desejar.

Para maiores informações visite o site
http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php.

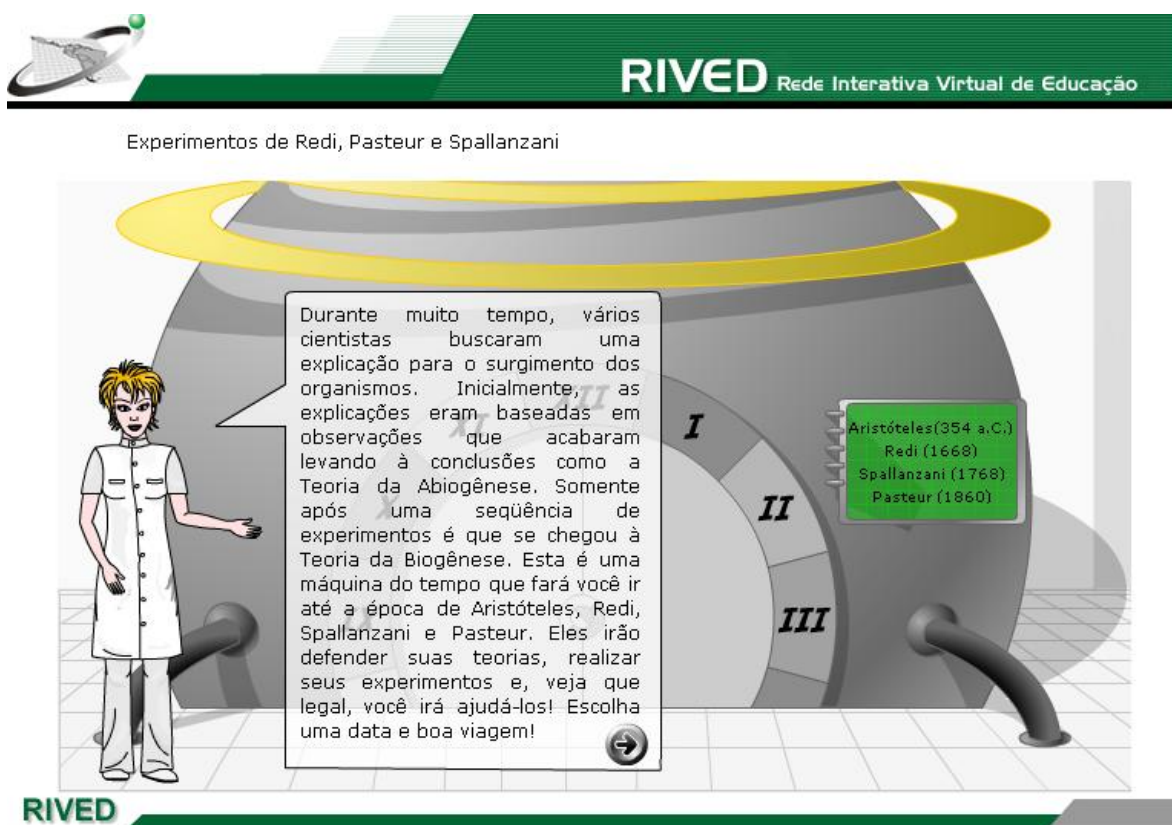


Figura 3 – Tela do OA citado acima, onde o usuário pode escolher qual experimento gostaria de realizar.

5.7. OS CONCEITOS DO SISTEMA DIGESTÓRIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A escola é uma instituição estabelecida pela sociedade para transmitir a herança cultural de um tipo específico de conhecimento construído pela espécie humana pelos séculos: as Ciências. Para muitos, esse conhecimento constitui um saber complexo e dogmático, expressado em uma linguagem difícil, estando em mãos de uma minoria, a comunidade científica, que é a única capaz de entendê-lo e progredir neste campo (PUJOL, [200-]).

Segundo Pujol ([200-]), a finalidade da educação para a ciência no Ensino Fundamental é ser um ponto a mais na formação dos alunos como cidadãos

conscientes e comprometidos com o mundo em que vivem. O ensino de ciências deve ir além da transmissão de conhecimentos, métodos de experimentações ou tipo de raciocínio. Supõe também oferecer elementos para ver qual o impacto das descobertas da ciência na evolução da sociedade e na configuração de seus valores. Logo, os saberes citados por Zabala (1998) devem ser integrados para que os elementos a que a autora refere-se possam ser ensinados. Nesse sentido, passa-se ao conceito de *digestão*, para então relacioná-lo à visão construtivista.

Por nutrição entende-se o conjunto de todos os mecanismos que permitem aos seres vivos adquirir energia e materiais do ambiente em que vivem para que seja possível a continuidade de sua vida. No caso dos animais superiores, dentre eles os seres humanos, a alimentação, a digestão e a respiração são os mecanismos que permitem a absorção de materiais e energia do ambiente externo. A respiração e o metabolismo celular possibilitam a obtenção e a transformação de energia, assim como a transformação e a utilização dos materiais; além disso, a circulação assegura que os nutrientes passem por todo o corpo e também que, mediante a excreção, possam-se eliminar os materiais não úteis (PUJOL, [200-]).

Segundo essa mesma autora, assim como ocorre com a reprodução e com a nutrição dos seres vivos, a função de relação dos sistemas não se apresenta de forma isolada. No processo de construção de um modelo de ser vivo, não é possível deixar de lado o papel da circulação e da respiração e suas relações com a função da nutrição.

Uma visão construtivista e integradora dos sistemas fisiológicos para o ensino dos conceitos da função *nutrição* são propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). A idéia central a ser trabalhada com os estudantes é a de que os nutrientes são a fonte da energia e das substâncias de construção para todo o corpo, os quais, associados à água, são absorvidos pelos capilares e chegam às células de todos os tecidos do corpo pela circulação, um padrão comum entre os animais com sistema circulatório. Torna-se muito importante indicar o contato dos capilares sangüíneos com o tubo digestivo e outros tecidos do corpo, seu papel na troca de substâncias entre os tecidos, constituídos por células, e o sistema circulatório,

apontando-se, também aqui, os modos como diferentes sistemas se integram no corpo (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1998).

Ainda segundo esses parâmetros (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1998), a partir das idéias que os estudantes têm para compreender a digestão dos alimentos no seu próprio organismo, é necessária a construção de uma representação, inclusive em visão tridimensional, do sistema digestório no corpo humano, seus órgãos e anexos (glândulas salivares, fígado, vesícula biliar, pâncreas), com a ajuda de atlas e modelos anatômicos ou informática. Ao se trabalharem os alimentos e os processos mecânicos e químicos da digestão, testes e experimentos são importantes para que tais assuntos sejam vivenciados e refletidos mediante problematizações, por exemplo, sobre a composição dos alimentos, sobre o papel da saliva na digestão, entre outros.

Essa metodologia recomendada pelo PCN vem ao encontro da visão de Vygotsky, para o qual a aprendizagem escolar é o resultado da integração de novos conhecimentos na estrutura cognitiva, como resultado da interação que se estabelece com os demais indivíduos. Vygotsky parte do princípio de que existe uma profunda relação entre desenvolvimento, aprendizagem, cultura, educação e ensino. Assim, na teoria vygotskyana, a construção dos conceitos científicos pelos alunos antes de ser individual é social.

Os estudantes conseguem identificar a digestão com o aparelho digestório, entendendo-o como um tubo pelo qual entram e saem os alimentos, mas para uma grande maioria, em seu interior os alimentos seguem caminhos distintos, conforme sejam sólidos ou líquidos. Junto a isso, a idéia mais geral é que a digestão consiste em uma separação de substâncias - o que se pode aproveitar dos alimentos passa ao sangue e o que não segue pelo tubo digestório é expulso. Por isso, o sistema digestório foi escolhido como tema desta pesquisa devido à visão macroscópica que os estudantes apresentam sobre esse tema. O objetivo do estudo não é apresentar funções e estruturas internas da célula, mas sim seu papel como componente fundamental dos tecidos de um modo geral.

Como ferramenta para o ensino desse conteúdo usar-se-á a Informática. O objeto de aprendizagem construído tem como objetivo principal mostrar aos

estudantes a integração dos sistemas digestório, circulatório e respiratório, pois, ao contrário das imagens estáticas dos livros didáticos, no OA foi possível a construção de uma animação explicitando essa integração, o que pode melhorar a compreensão por parte dos alunos.

6. METODOLOGIA

Para este estudo, optou-se pela abordagem metodológica qualitativa de pesquisa. Com essa abordagem, foram investigadas as representações dos sujeitos da pesquisa sobre sistema digestório como um todo. A pesquisa foi dividida em três etapas, restringindo-se o uso do objeto de aprendizagem na segunda parte. Além disso, procurou-se incentivar o estabelecimento das relações entre os conceitos de digestão e de circulação.

Como embasamento metodológico, foram consultados as obras de Bogdan e Biklen (1994) e Alves-Mazzotti (1997), sobre pesquisa qualitativa, e Severino (2000), sobre a metodologia de construção de um trabalho científico. Contudo, devido à especificidade da presente pesquisa, foi desenvolvida uma metodologia que permitisse obter dados a partir das intervenções didáticas, realizadas durante as aulas de Ciências na turma analisada.

Para investigar o processo de ensino e aprendizagem com o suporte do OA, a própria pesquisadora ministrou a estudantes do Ensino Fundamental aulas utilizando o OA. Buscou-se investigar o desenvolvimento das seguintes idéias pelos estudantes:

- a) Conceito de digestão
- b) O uso de conceitos científicos nas respostas.
- c) Órgãos envolvidos na digestão.
- d) Relação entre digestão e absorção dos nutrientes.

Para este estudo, foi escolhida uma turma de estudantes do terceiro ciclo (7ª série) do Ensino Fundamental, do turno matutino, da Escola Estadual Francisco Alves Brizola, localizada na cidade de Bauru, Estado de São Paulo. Esses alunos estão na faixa etária de 13 a 15 anos.

Para o registro de dados durante o curso, utilizou-se a seguinte metodologia:

- as aulas foram transcritas em um diário, descrevendo-se as atividades realizadas em sala de aula, observações, impressões e análises do professor-

pesquisador. Tal diário foi elaborado a fim de possibilitar a anotação de informações;

- para avaliar o entendimento dos estudantes quanto aos conceitos investigados, foi respondida, antes do início do curso e logo após seu término, a seguinte questão: “O que ocorre com o alimento ao entrar na sua boca?” Abaixo há uma explanação sobre o processo avaliativo.

Foram coletadas as respostas por escrito, visando-se reunir material adicional para a análise das concepções em construção dos estudantes. Essas perguntas foram respondidas individualmente ou em grupo, pelos estudantes, após períodos de explicações, leituras e debates.

Os estudantes foram entrevistados, durante as aulas, com o intuito de se aprofundar o conhecimento de sua opinião quanto ao curso e ao OA, e para se obterem esclarecimentos adicionais sobre sua aprendizagem. O roteiro para a entrevista encontra-se reproduzido no Anexo 3.

6.1. ETAPAS DA PESQUISA

O diagrama da figura 4 mostra as etapas da pesquisa. A primeira etapa consistiu na realização da pré-avaliação por todos os alunos, sem o uso do OA. Na segunda etapa houve a utilização do OA no laboratório de informática. E, na terceira e última etapa foi realizada a pós-avaliação semelhante à pré-avaliação.

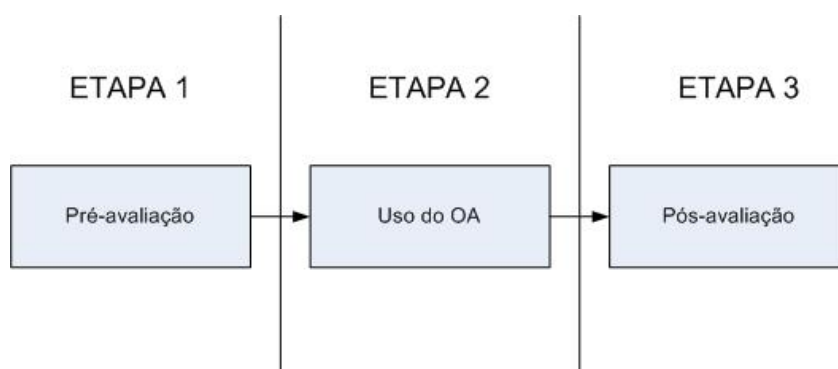


Figura 4 - Etapas da pesquisa.

As etapas dessa pesquisa foram baseadas na avaliação como processo de regulação referenciada por Pujol ([200-]). Trata-se de uma metodologia de avaliação que defende que se deve avaliar a apropriação do conteúdo durante todo o processo de ensino. E também, que em uma única atividade não é possível observar as concepções espontâneas dos alunos.

A perspectiva da avaliação entendida como regulação do processo de ensino e aprendizagem, segue a partir de uma avaliação inicial e de uma dinâmica continuada de avaliação que deve manter-se ao longo do processo. É o que se conhece por avaliação formativa. Esta tem um caráter fortemente regulador do processo de ensino e aprendizagem ao centrar a atenção nas dificuldades de aprendizagem em cima de seus resultados. A avaliação formativa não busca verificar se um determinado exercício está bem ou mal resolvido ou se a resposta é ou não correta; busca encontrar informação em torno dos possíveis erros e obstáculos, a suas causas e as dificuldades, para identificar meios que possam saná-los. A avaliação formativa faz referência a todas as estratégias utilizadas pelo professorado com a finalidade de adaptar o processo didático iniciado, aos progressos e problemas de aprendizagem dos alunos, assim como ao conjunto das estratégias utilizadas pelos estudantes para ir regulando seus progressos e dificuldades (PUJOL, [200-]). A seguir um esquema do modelo da avaliação referenciada na Figura 5.

A pré-avaliação foi dividida em duas fases e realizada com todos os alunos da sala, como evidenciado na metodologia.

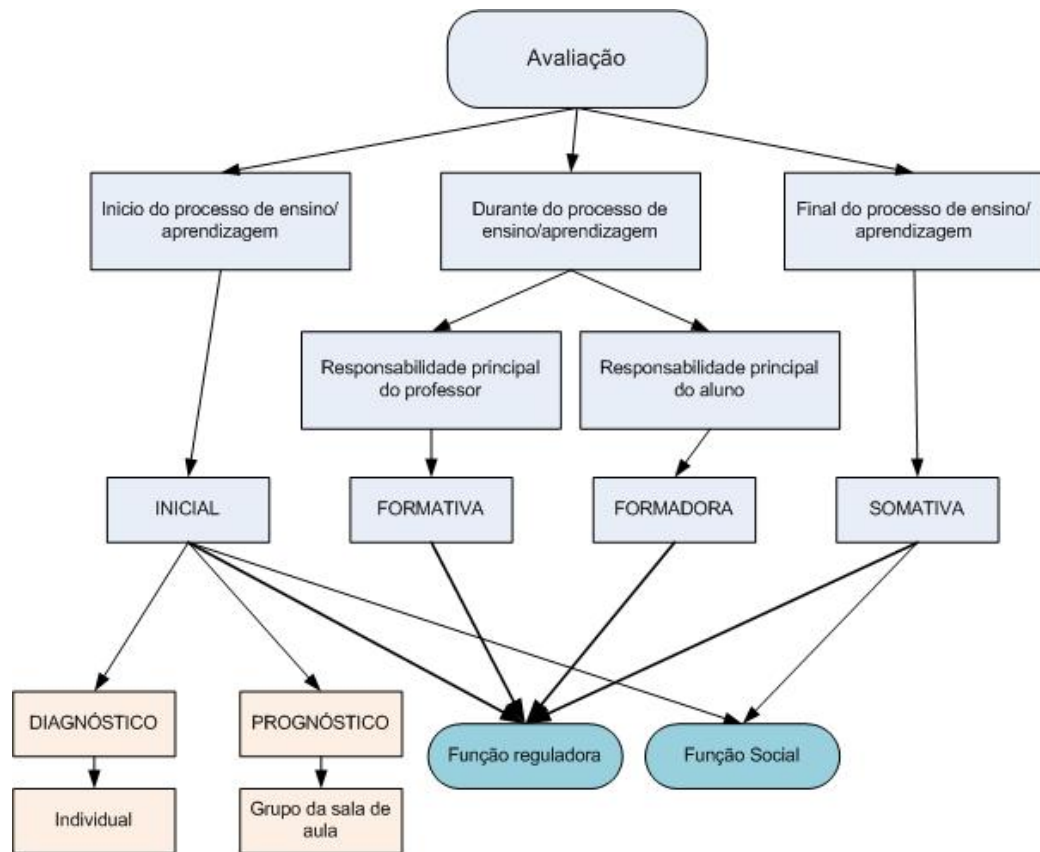


Figura 5 - Tipos de avaliação atendendo à sua finalidade, ao momento em que ocorre e ao responsável de exercê-la, segundo Pujol ([200-], p. 218).

Os cinco primeiros encontros ocorreram em setembro de 2007 com todos os alunos da sala, e consistiram em:

- Primeiro encontro: apresentação da pesquisadora à sala pela professora responsável e explanação sobre o que seria feito na escola. Nesse dia foi pedido a todos que respondessem a questão sobre a digestão. Foi dada uma folha de sulfite a cada aluno e eles eram livres para responder como desejassem.
- Segundo e terceiro encontros: a sala foi dividida em duas turmas, pois o tempo de aula de 50 minutos não seria suficiente para as duas turmas. Cada turma foi levada a uma sala separada, onde seria o laboratório didático de ciências, e em uma folha de 1,80m x 1,00m foi desenhada a silhueta de um dos alunos e a mesma questão foi feita a eles novamente, só que dessa vez deveriam responder à questão no desenho e entrar em um consenso entre eles.

- Quarto e quinto encontros: os estudantes foram levados ao laboratório de informática para conhecer e interagir com o OA. A divisão feita nos encontros anteriores foi mantida pelo mesmo motivo. Cada encontro teve a duração de uma aula.

O objeto foi mostrado a todos os alunos da sala e todos foram convidados a participar das aulas no período da tarde.

As aulas, das quais são oriundos os resultados sobre o Sistema Digestório com o uso do OA, realizaram-se de 01/10 a 13/11/2007, ocorrendo à tarde, das 14h às 16h30. Esse horário foi escolhido pelos próprios estudantes, que também assistiam às aulas regulares do Ensino Fundamental no período matutino. O módulo didático teve duração de 12 horas, com a realização de cinco encontros de duas horas cada um, duas vezes por semana.

A turma constituiu-se inicialmente de oito estudantes que estavam no terceiro ciclo do Ensino Fundamental da escola Brizola. Os alunos foram incentivados a participar das aulas pela professora de Ciências encarregada das aulas regulares, com a qual pareciam manter bom relacionamento, e pelo coordenador pedagógico da escola. A participação nas aulas não era atividade obrigatória. Os alunos participariam movidos basicamente pelo interesse em aprofundar seus conhecimentos, pois não receberiam uma nota na disciplina regular em virtude de terem tomado parte nessas aulas.

Dentre as estudantes matriculadas, três compareceram a apenas uma aula. Logo, concluíram o “mini-curso” cinco estudantes, que serão consideradas neste trabalho para fins de análise do uso do OA no ensino de Ciências. As estudantes serão designadas com a utilização dos símbolos A_1 , A_2 , A_3 , A_4 e A_5 , para que suas identidades sejam preservadas.

6.2. CONSTRUÇÃO DO OA

O OA denominado *Do alimento à Digestão* constitui uma proposta de recurso didático para o Ensino Fundamental compatível com as práticas construtivistas. Foi preparado tendo em vista o sistema digestório humano, com ênfase nos nutrientes como fonte de energia e nas substâncias de construção para todo o corpo, os quais, associados à água, são absorvidos pelos capilares. Foram abordados também temas ambientais e sociais. O desenvolvimento computacional foi realizado baseado na metodologia RIVED.

Foram selecionados tópicos para compor o OA objetivando-se a construção das seguintes idéias pelas estudantes: processos mecânico e químico da digestão dos alimentos; visão tridimensional do sistema digestório e seus órgãos; nutrientes como fonte de energia para o corpo; absorção dos nutrientes pelos capilares e chegada às células de todos os tecidos do corpo pela circulação; a produção dos alimentos; valor nutritivo dos alimentos consumidos; o papel da mídia no incentivo ao consumo de alimentos industrializados e desvinculados das necessidades nutricionais diárias, bem como as conseqüências do uso de agrotóxicos e dos aditivos alimentares para conservação e alteração das características do alimento, temas relacionados com o eixo Saúde, Trabalho e Consumo (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1998).

A escolha desses conteúdos foi realizada tendo-se como referência os tópicos sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental elaborado pela Secretaria de Educação Fundamental (1998) a partir de um projeto instrucional. Visando a contribuir para a compreensão quanto à natureza da Ciência e a visão da Ciência enquanto Cultura, também foram propostos tópicos considerando-se as inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Os textos do OA foram redigidos a partir da pesquisa bibliográfica em diversas fontes de informação, incluindo livros técnicos e de divulgação científica, revistas especializadas e jornalísticas, e sites da Internet. Procurou-se adequar a

abordagem ao terceiro ciclo (7ª série) do Ensino Fundamental, com ênfase em aspectos conceituais.

O OA teve seu desenvolvimento baseado no *design* instrucional, segundo Reigeluth (apud FILATRO, 2003, p. 61). Sendo assim, a Tabela 1 enfatiza as fases para a construção do OA:

Tabela 1 - Projeto instrucional do Objeto de Aprendizagem: "Do alimento à digestão".

	Elementos e fases de desenvolvimento do OA segundo o Design instrucional	
Fase	Definições	Questões norteadoras
Análise	Identificação das necessidades de aprendizagem	Construção de um OA para ensino de Ciências para Ensino Fundamental. Com o objetivo de aumentar as representações dos alunos acerca do conteúdo e criar mais uma ferramenta aos professores
	Definição dos objetivos do material instrucional	Digestão e a relação com a absorção dos nutrientes pelos capilares sanguíneos. Digestão, órgãos e glândulas anexas; processos digestivos físicos e químicos; tipos de alimentos e de onde procedem. Ensinado no máximo em 6 aulas de aproximadamente 2 horas.
	Características dos alunos	Alunos da 7ª série do Ensino Fundamental. Conteúdo já ensinado.
	Levantamento das limitações	A pesquisadora responsável se encarregará de ministrar as aulas. Sem riscos aparentes
Design e desenvolvimento	Planejamento e instrução	Conteúdo referenciado na teoria sócio-construtivista de Vygotsky. Conteúdo mapeado através de um mapa conceitual.
	Produção do material	<i>Design</i> baseado no padrão RIVED de construção de OAs. Proposta de um nível médio de interatividade dos alunos com o OA.
Implementação	Capacitação	Os usuários (alunos e professores) não precisam ser treinados, apenas devem saber usar o Internet Explorer ou similar.

Continua na próxima página.

Conclusão da tabela 1.

Tabela 1 - Projeto instrucional do Objeto de Aprendizagem: “Do alimento à digestão”.

	Elementos e fases de desenvolvimento do OA segundo o Design instrucional	
Avaliação	<p>Ambientação</p> <p>Situação de ensino e aprendizagem</p> <p>Acompanhamento</p> <p>Revisão</p>	<p>Os usuários não precisam ser cadastrados em nenhum ambiente para ter acesso ao OA.</p> <p>Necessidade de uma breve explicação sobre como utilizar o OA (aproximadamente 20 minutos).</p> <p>A situação de ensino é presencial.</p> <p>A organização social é individual e em grupos para discussão das atividades.</p> <p>A aprendizagem será avaliada durante todo o uso do OA.</p> <p>O <i>feedback</i> do professor ocorre ‘na hora’.</p> <p>O <i>design</i> será avaliado por observação.</p> <p>Toda equipe de desenvolvimento do OA participará da avaliação em diferentes fases.</p> <p>Ver item 7. 4</p>

Além do uso do projeto instrucional, na fase de análise, usou-se um mapa conceitual para delinear o conteúdo que deveria constar do OA (Figura 6). Segundo Novak (1998), o uso de mapas conceituais no planejamento ou na instrução de um assunto específico ajuda a fazer o conceito instrucional transparente para os estudantes. Quando se usam os mapas para essa finalidade, deve-se criar um mapa global que apresente os principais tópicos e suas inter-relações, e mais detalhados ‘micro mapas’ que mostrem detalhes mais específicos de uma parte particular do material instrucional.

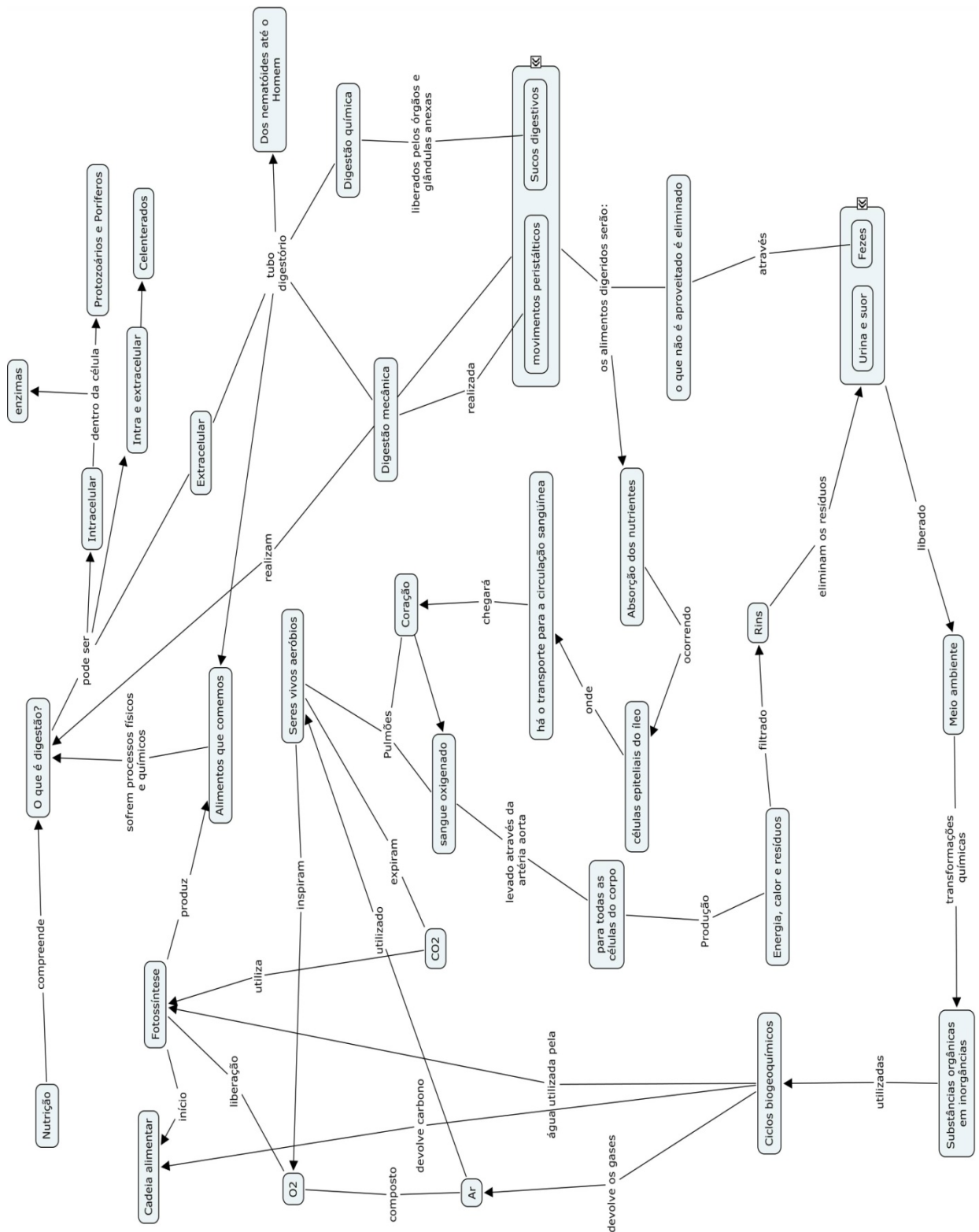


Figura 6 - Mapa conceitual para construção do OA.

O uso do OA pelos estudantes foi proposto pressupondo-se que eles já tinham adquirido alguns conceitos básicos sobre o corpo humano: célula; tecido; órgão; organismo; cadeias alimentares.

O OA foi organizado em fases. Na Figura 7, pode-se ver a tela de abertura do objeto, que contém os ícones cuja ativação conduz ao texto introdutório.

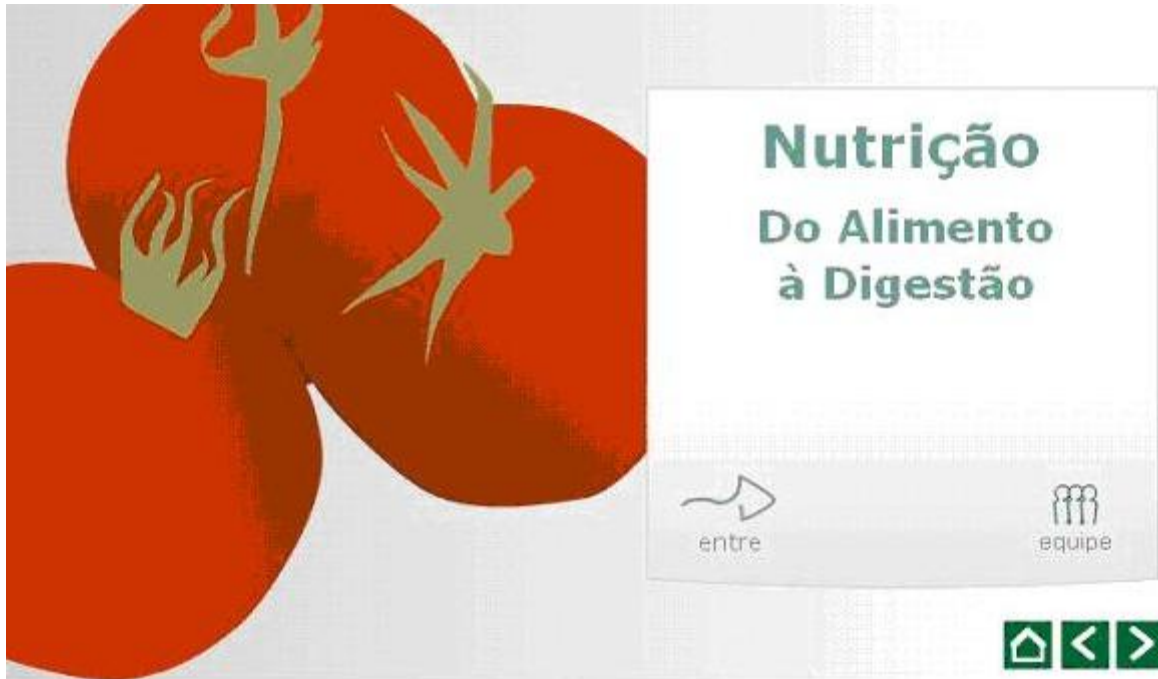


Figura 7 - Tela inicial do OA.

As fases e textos do OA estão listados a seguir:

- a) Visão Inicial: reúne o texto introdutório sobre alimentação e sua importância (Figura 8).
- b) Obtenção dos alimentos: abrange os textos sobre o tipo de nutrição humana, o que é dieta, o que são nutrientes e como chegam até nós, com ilustrações sobre de onde vêm os alimentos.
- c) "Fazendo" o prato: descreve os três principais macronutrientes, carboidratos, proteínas e lipídeos. O texto apresentado é modificado conforme o usuário clica em um determinado tipo de alimento.
- d) Almoçando: congrega os textos sobre a boca, dentes e saliva.
- e) Engolindo a comida: inclui os textos sobre deglutição e enzimas.
- f) Digestão e Absorção: compreende os textos referentes aos processos químicos e físicos da digestão no estômago e intestino delgado e, a absorção dos nutrientes e sua posterior distribuição pelo sistema circulatório.

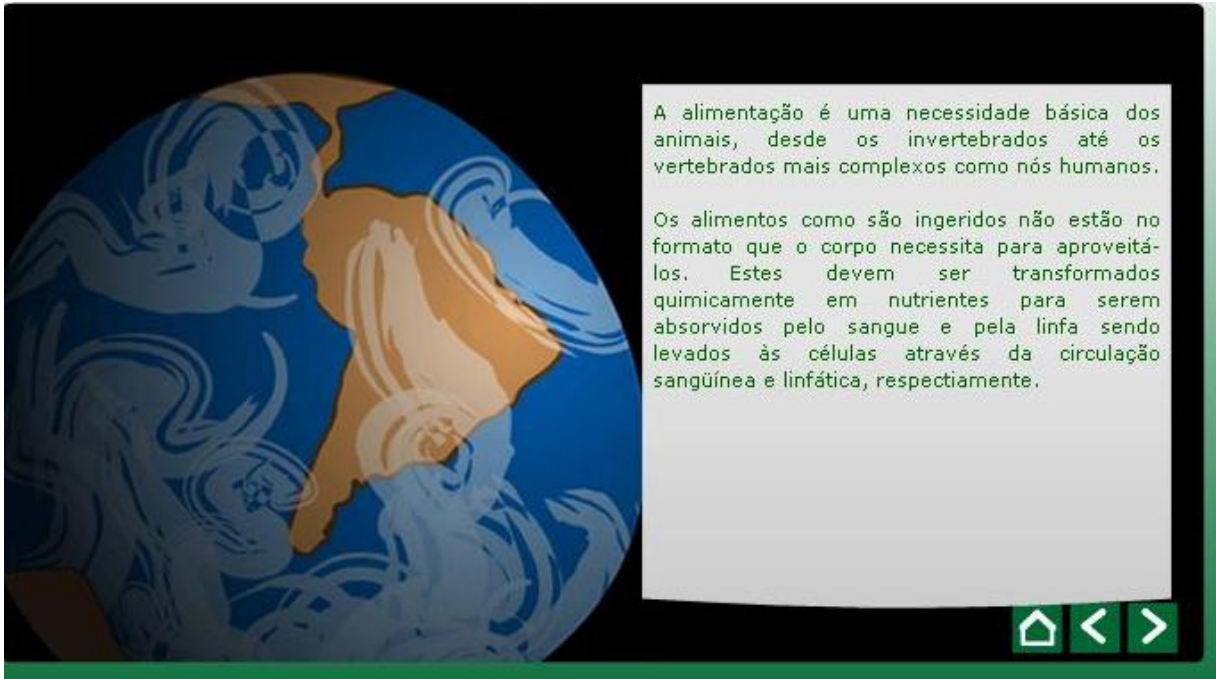


Figura 8 - Tela com o texto introdutório do OA.

Os textos encontram-se ilustrados com imagens, filmes e animações, visando a enriquecer o conteúdo e a facilitar a formação de conexões não-arbitrárias e substanciais na estrutura cognitiva do estudante.

A estrutura do OA foi estabelecida de modo a permitir a exploração dos conceitos segundo o princípio da *diferenciação progressiva*, procurando favorecer o percurso de trilhas - seqüências de telas - em que se parte dos aspectos mais gerais para se alcançar os de maior grau de especificidade (MACHADO, 2006). Por exemplo, ativando-se os *links* disponíveis, pode-se iniciar a leitura sobre deglutição, passar ao estudo das enzimas, seguir para o texto sobre os movimentos peristálticos, continuar acessando informações sobre os processos químicos, conectar-se à seção sobre absorção (Figura 18), e concluir examinando a distribuição dos nutrientes pela circulação sanguínea.

7. RESULTADOS

7.1. PRÉ-AVALIAÇÃO

Com base nos referenciais teóricos apresentados, verificou-se com este estudo preliminar como os alunos empregam os conhecimentos científicos sobre o corpo humano e como constroem e exploram suas próprias concepções, que hipoteticamente aflorariam durante a resolução das atividades propostas.

No total foram realizados dez encontros com os alunos da escola estadual. Os encontros foram divididos em duas partes de cinco encontros cada. A primeira parte com todos os alunos da 7ª série C da escola mencionada, e os outros cinco com alunos que participaram da pesquisa voluntariamente.

Nos três primeiros encontros da pesquisadora com os alunos foi realizada uma pré-avaliação, ocasião em que foi solicitado aos estudantes que respondessem à questão: “O que acontece ao alimento quando você o come ?” A atividade proposta tinha o objetivo de iniciar e/ou dar continuidade ao processo de aprendizagem construtivista, que, segundo Pujol ([200-]), considera a auto-superação de obstáculos de todo tipo e de autocorreção dos erros como processos que favorecem o aluno na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, permitiu-se que fossem evidenciados os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados às noções centrais que se visava desenvolver com a utilização do OA⁶.

No presente estudo, entendeu-se que a aprendizagem de um novo conteúdo não pode ser realizada no vácuo, assim como assinala Coll,

Quando o aluno enfrenta um novo conteúdo a ser aprendido, sempre o faz armado com uma série de conceitos, concepções, representações e conhecimentos adquiridos no decorrer de suas experiências anteriores, que utiliza como instrumentos de leitura e interpretação e que determinam em boa parte as informações que selecionará, como as organizará e que tipo de reações estabelecerá entre elas (1990, apud MIRAS, 1998, p. 61)

⁶) Optou-se por transcrever as respostas dos alunos sem correções gramaticais.

Dessa maneira, como assinala Vygotsky (2000), o aluno a partir do que sabe – conceitos espontâneos, pode fazer uma primeira leitura do novo conteúdo, atribuir-lhe um primeiro nível de significado e sentido e iniciar o processo de aprendizagem (MIRAS, 1998).

Diante dessas evidências que vêm ao encontro do referencial teórico escolhido, partiu-se da idéia de realizar as pré-avaliações, ou avaliação inicial, pois a partir dessas informações foi possível conhecer alguns dos conceitos espontâneos dos alunos sobre a digestão e assim orientar melhor o trabalho com o OA.

Fase 1:

No primeiro encontro foi solicitado aos alunos que respondessem a questão anteriormente especificada. Dois estudantes não responderam: um menino que jogou a folha fora e uma menina que não quis responder. Os outros esboçaram suas idéias em desenhos ou em tópicos. Nesse mapeamento inicial, foram observados os seguintes pontos:

- Todos os alunos relacionaram que os alimentos ao entrarem na boca sofrem a digestão;
- Quase todos os alunos citaram nomes dos órgãos envolvidos na digestão, em especial o estômago e o intestino;
- Alguns desenhos continham o nome de quase todos os órgãos envolvidos na digestão. Porém, isso não significa necessariamente que os alunos tinham pleno conhecimento do que esses nomes significavam. No transcorrer do programa das atividades de ensino, abordam-se os órgãos envolvidos apontados nesse levantamento;
- Nenhum aluno escreveu o conceito de digestão;
- Alguns alunos escreveram que o que é bom dos alimentos é absorvido pelo corpo e o que é ruim é transformado em fezes. E, comida boa na percepção deles são as vitaminas. Gordura, para eles, é ruim em todas as formas;
- Muitos alunos fizeram desenhos do corpo, mostrando o que ocorreria aos alimentos quando os comemos.

Os órgãos citados pelos alunos estão relacionados na Tabela 2.

De acordo com o diário de classe da professora responsável pela turma, esse assunto já havia sido abordado e estava como conteúdo ensinado. Nenhum dos alunos sabia como escrever ou como fazer o desenho, eles apenas sabiam que se tratava da digestão, mas não sabiam o que era, só tinham ouvido falar.

A partir dessas observações, evidenciou-se que, para o grupo de alunos, os alimentos ingeridos são divididos em duas categorias: o que engorda e não é saudável, e o que é saudável e é aproveitado pelo organismo. Entretanto, foi possível perceber, pelas respostas, que essa relação é bastante superficial do ponto de vista dos conceitos científicos sobre os alimentos. Os alunos emitiram, apenas, considerações de caráter espontâneo.

Uma aluna respondeu a questão da seguinte maneira: “Os dentes são órgãos de mastigação. Este trabalho começa com os incisivos servem para morder e cortar pedaços de alimentos. Os caninos agarram e rasgam os alimentos, já os molares e pré-molares trituram e mastigam o alimento formando uma pasta que mistura com a saliva e é engolida”.

Analisando essa resposta juntamente com as outras e as observações durante a execução do exercício, verificou-se a falta de conceitos científicos quanto ao tema digestão. A grande maioria das respostas foi a descrição dos órgãos que fazem parte da *digestão*. Alguns poucos alunos descreveram um ou outro processo. Um aluno respondeu: “Para mim quando uma pessoa come, a comida quando chega ao estômago, passa por muitos processos. Um dele é a digestão que separa os alimentos bons dos ruins. E os ruins segue pro outro processa até sair como fezes.”

Alguns jovens copiaram do caderno, já que o assunto constava como matéria dada. A resposta de um aluno, segundo o que tinha no caderno foi: “A sistema digestão a comidas que nós comem, apassa pela faringe, pelo, estômogo fino, estômogo grosso, esôfago. E também na digestão decompor o alimento e tem aproveitáveis os alimento. A digestão os alimentos são formados por lipídios, carbo... (ilegível), e proteínas.”

Foram notadas algumas concepções errôneas do ponto de vista científico nos textos. Também apareceram termos como “sistema digestão” e “estomago fino e estomago grosso”.

Tabela 2 - Órgãos citados pelos alunos em suas respostas e quantas vezes foram citados.

Nome do órgão	Nº de vezes que apareceu
Laringe	1
Fígado	1
Bexiga	1
Esôfago	2
Intestino grosso	2
Dentes	3
Rim	3
Barriga	3
Faringe	4
Garganta	4
Boca	5
Coração	7
Ânus	8
Pulmão	9
Intestino delgado (fino)	10
Estômago	18

Na aula seguinte a essa primeira avaliação, foi realizada uma segunda avaliação com os alunos divididos em duas turmas. O critério escolhido foi o número de chamada: turma A do número 1 ao 22 e turma B de 23 a 40. A decisão de escolher apenas dois grupos foi pela quantidade de computadores no laboratório de informática, treze no total e funcionando, teríamos dois alunos por microcomputador, teoricamente.

Fase 2:

Nos dois encontros posteriores à apresentação, foi realizada a segunda avaliação, mas agora uma resposta única seria dada pelo grupo de alunos. Após a silhueta de um dos alunos ser desenhada na folha, como descrito na Metodologia, foi proposta a mesma questão aos alunos. As Figuras de 9 a 11 mostram os desenhos com as explicações sobre o que ocorre com o alimento ao ser ingerido.

Na Figura 9 podem-se observar as representações dos estudantes da Turma A acerca do que ocorre ao alimento ao entrar na boca. Nota-se que os alunos correlacionam a língua como órgão responsável pelo sabor dos alimentos, assim como a saliva, sendo esta apontada como auxiliar da digestão, segundo o conceito “digerir melhor” explicitado por eles.

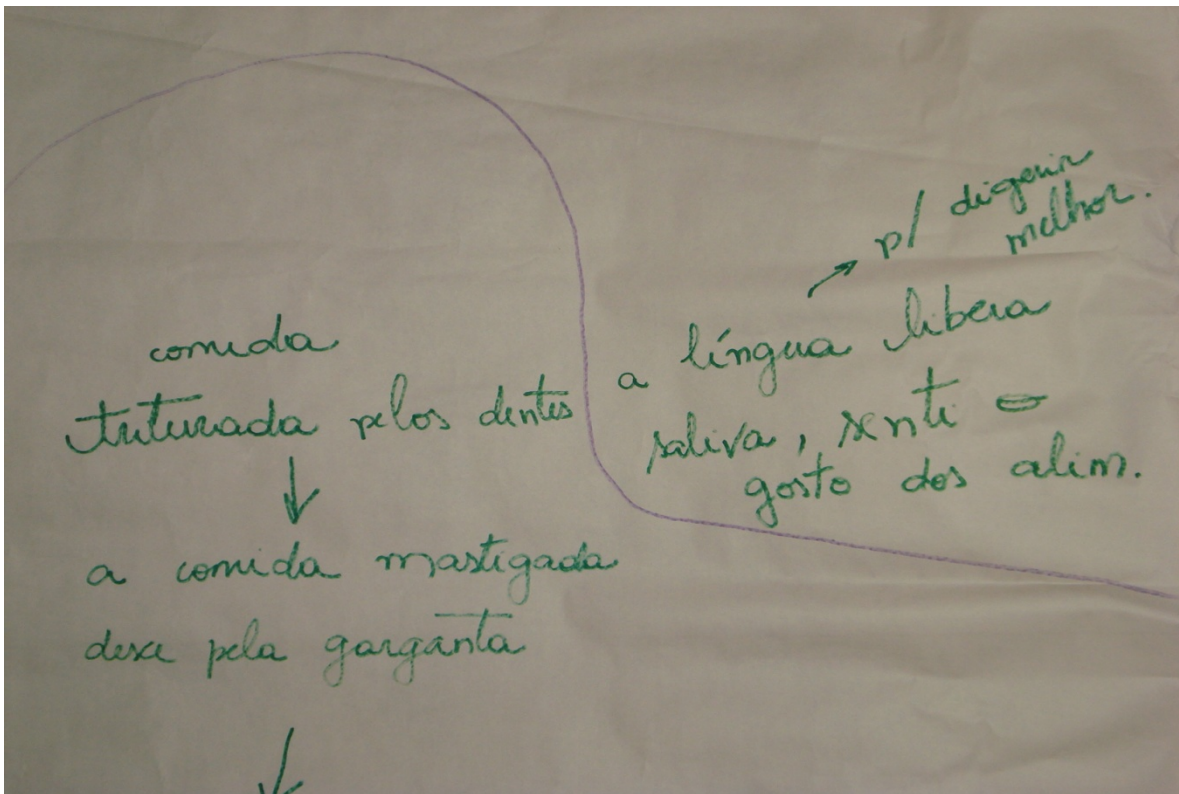


Figura 9 - Foto do desenho da comida no tubo digestório pela turma A.

Já na figura 10 abaixo verificam-se os conceitos espontâneos desse grupo de alunos para explicar a digestão e a absorção dos nutrientes. Pode-se observar que há um entendimento por parte dos estudantes de que no estômago acontecem os processos químicos, porém lhes faltam os conceitos para compreender quais são

esses processos. No intestino delgado, segundo essa turma, o bolo alimentar é dividido e separado pelo “organismo” no que é útil ao corpo, indo para o sangue, e o não útil, “ruim”, sendo excretado pela urina e fezes.

Infere-se pela análise do desenho que os alunos não se apropriaram dos conteúdos dados em sala de aula. Os conceitos apresentados, tanto nessa fase como no exercício individual, mostram que os estudantes apresentam conceitos espontâneos sobre o assunto. Os termos utilizados por eles são de uso comum como *garganta*, por exemplo. Para esses jovens garganta é entendida como a região interna do pescoço por onde passam os alimentos e o ar. O conceito foi usado em si, e não por si, como assinalou Vygotsky (2000). Ao que parece, eles apropriaram-se apenas da palavra e não de todo um conjunto de conceitos que está envolvido no significado de *garganta* quando se trata de explicar qual sua função no corpo humano. Essa constatação pode ser vista nas duas turmas.

Na turma B, foi possível observar um esquema do caminho dos alimentos pelo tubo digestório semelhante ao da outra turma. Esse grupo de alunos correlacionou o conceito de digestão a partir do estômago. Para eles é nesse órgão que o processo tem início. O bolo alimentar chega ao intestino delgado, os estudantes compreendem a absorção como a separação do que é bom, e é absorvido, e do que é ruim e é eliminado pelas fezes. A compreensão desse conceito é semelhante àquela vista na turma A, já que são alunos de uma mesma sala.

Para os alunos dessa turma, o sangue é o responsável por absorver e levar os nutrientes para serem aproveitados pelo organismo. Suas concepções espontâneas mostram a interligação do sistema circulatório ao sistema digestório, mesmo que sem perceberem que fizeram essa conexão, já que não há menção de como o sangue levaria os nutrientes às células do corpo.

Nessa fase da pesquisa não seria necessário que os estudantes expressassem os conceitos científicos corretamente, porém, como esse conteúdo já havia sido explanado pela professora, esperavam-se respostas mais consistentes. Mesmo assim, era importante tornar-lhes familiar seus conceitos espontâneos para que iniciassem um processo de reelaboração do conhecimento, e, através desse ‘incômodo’

provocado pelas questões apresentadas, o alunado pudesse tornar próprio o conhecimento científico do OA.

Segundo Pujol ([200-]), ao apresentar aos alunos seus pré-conceitos e depois apresentar-lhes os conceitos científicos, permite-se que eles auto-avaliem suas idéias iniciais. Dessa maneira são ajudados em seu processo de aprendizagem. Nessa atividade o desenho é entendido como uma imagem reprodutiva do que está presente, caracteriza-se pela fidelidade ao objeto que representa e constitui um suporte dos conceitos e idéias dos estudantes. E, para essa mesma autora, o processo de desenhar nunca surge do vazio, constitui um processo intelectual que ativa a memória e a imaginação para gerar novas idéias, pois diante do desenho as observações realizadas acionam conhecimentos anteriores, reorganizando-os, elaborando outros, o que é de grande importância para a educação em Ciências.

Durante a realização da etapa 1, a angústia apresentada pelos estudantes durante a execução da atividade parece advir de um comportamento imediatista deles próprios, fruto de uma cultura escolar na qual as situações problemáticas com que se defrontavam eram fechadas e possuíam uma resposta certa, não proporcionando momentos de discussão das condições envolvidas. A proposta, ao contrário daquela vivida pelos alunos até o momento, era de fazê-los trabalhar seus conhecimentos, trazer à tona o que aprenderam.

Em suma, o processo educacional a que esses estudantes foram submetidos parece ser, pelo menos em parte, o responsável pela atitude passiva que demonstraram. Isso foi evidenciado quando os alunos responderam a questão. Na tentativa de entender o motivo desse resultado, evidenciam-se dois pontos, que foram observados na sala de aula e que são passíveis de verificação na literatura:

- talvez por nunca terem sido questionados a refletir sobre os conteúdos que lhes são passados diariamente na escola, eles sentem-se intimidados e oprimidos a responder e acreditam que suas idéias sempre estão erradas.

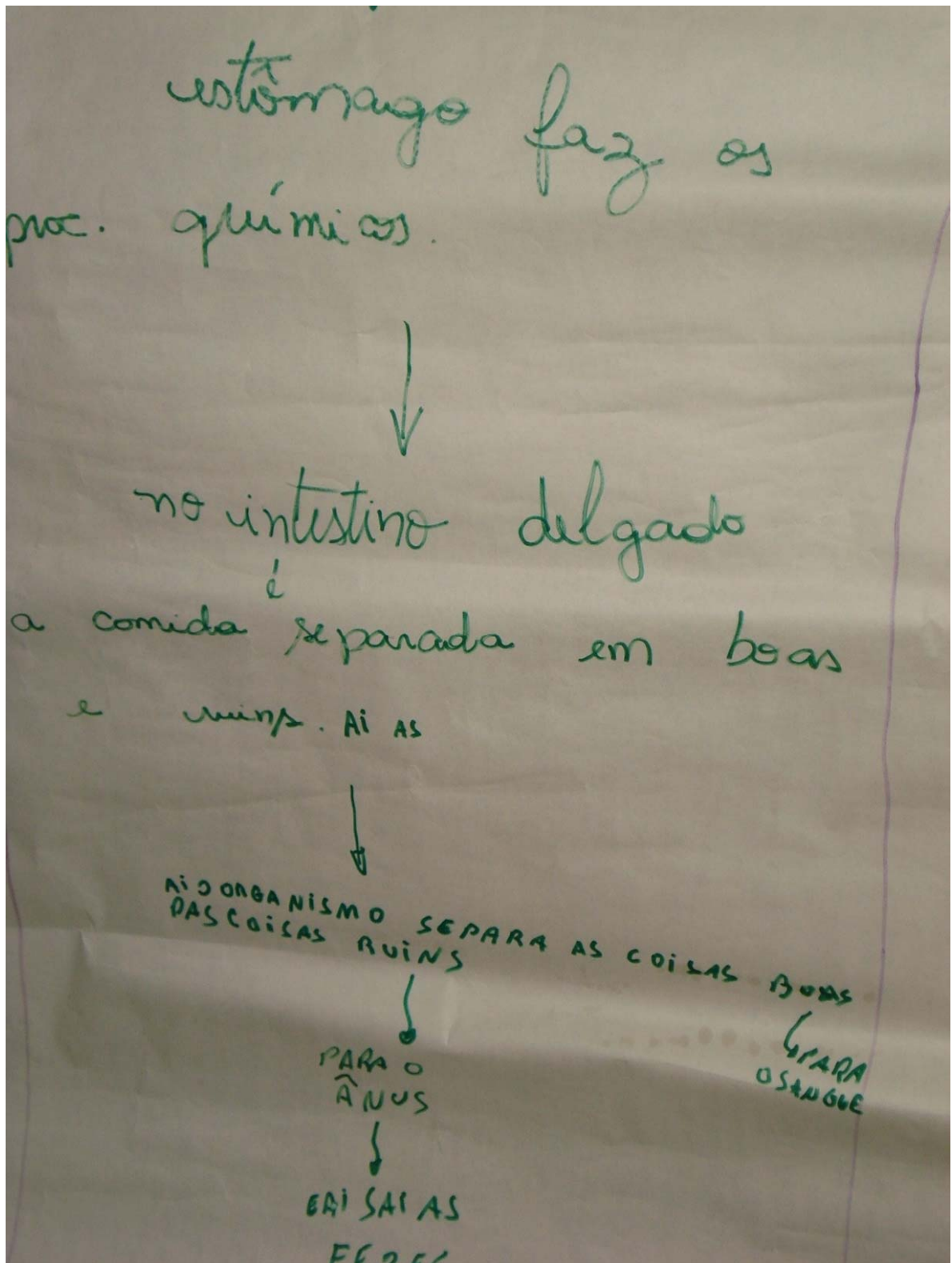


Figura 10 - Continuação do desenho da turma A.

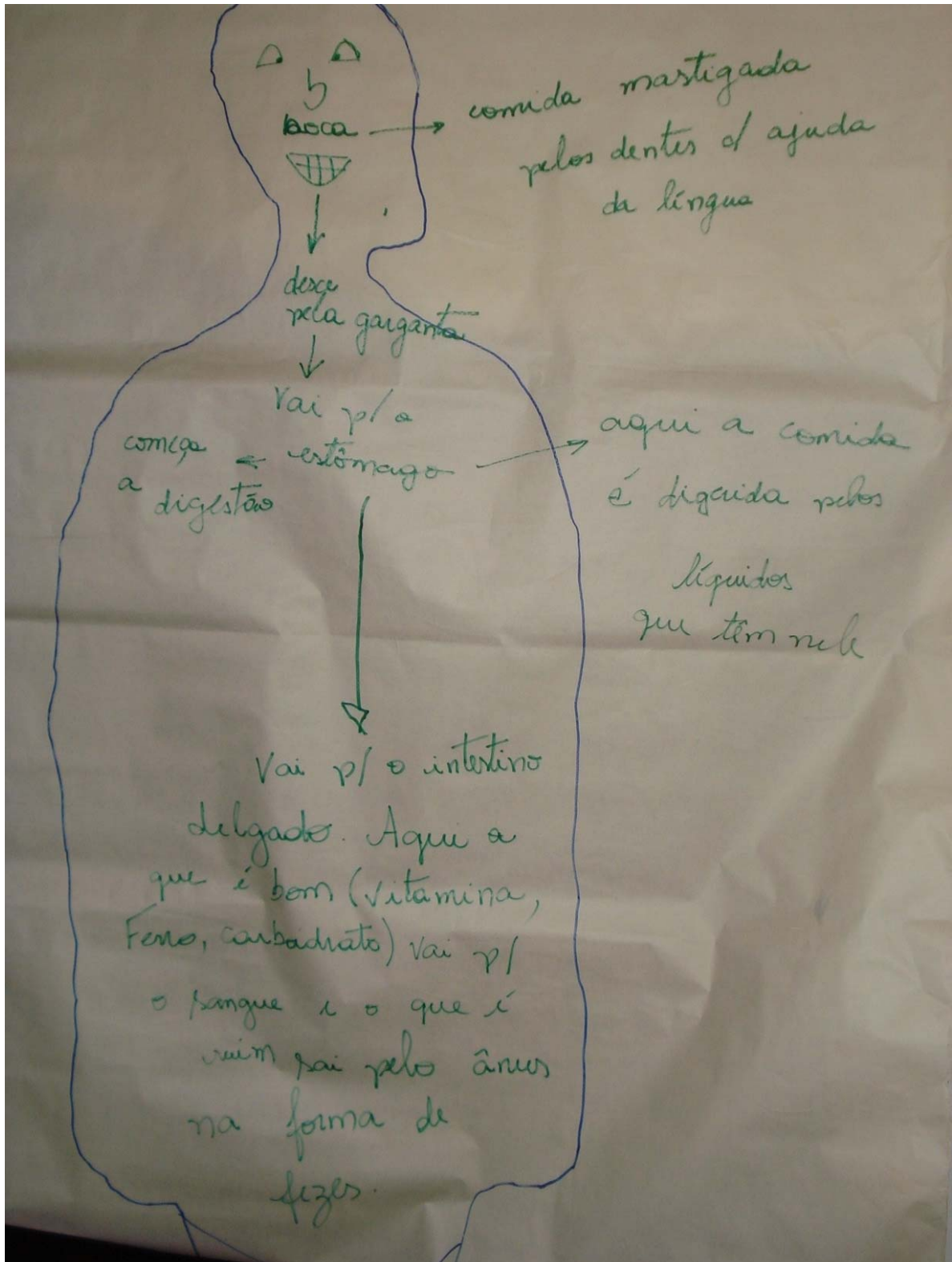


Figura 11 – Desenho da turma B sobre o caminho do alimento no trato gastrointestinal.

- contudo, a questão mais preocupante é a falta de argumentação, que pode ser atestada pelos textos produzidos pelos alunos. Em alguns deles,

apenas se dignaram a repetir o que estava no caderno; outros apenas ‘diferenciaram o que são ‘alimentos ruins e alimentos bons’, sem, no entanto, apresentar, defendendo seu ponto de vista, uma argumentação razoável, fundamentada em seus próprios conceitos.

Deve-se evidenciar que a professora responsável pela disciplina de Ciências dessa classe é licenciada em Química, sendo o conteúdo de Ciências recomendado pelo Ministério da Educação para a 7ª série do Ensino Fundamental, no que se refere ao corpo humano e suas funções biológicas e fisiológicas.

7.2. APRENDIZAGEM COM O USO DO OA: “DO ALIMENTO À DIGESTÃO”

Nessa fase da pesquisa, o OA foi utilizado como ferramenta para o ensino de ciências e para avaliar a evolução da apropriação dos conteúdos pelos alunos.

Neste item, serão apresentadas as principais atividades e ocorrências durante as aulas, com alguns comentários sobre os pontos mais relevantes. Inicialmente, o OA foi utilizado por todos os alunos da sala por uma questão de inclusão social, tanto para a escola como para os próprios estudantes. Para desenvolver a pesquisa na instituição de ensino, foi dada a oportunidade a todos os estudantes da sala de conhecerem o material e poderem decidir se gostariam ou não de participar do estudo.

Após as atividades de pré-avaliação, a pesquisadora (professora) levou os alunos ao laboratório de informática da escola, onde as atividades com o OA foram realizadas. Nesses dois últimos encontros com todos os estudantes, a pesquisadora explicou brevemente o funcionamento do OA. Foi solicitado aos estudantes que lessem os textos e interagissem com o OA.

Durante a interação dos alunos com o OA, notou-se que a grande maioria deles passava muito rápido pelas telas. Alguns questionaram o porquê de o planeta

estar ali, de desenhos de homens fazendo a colheita, da fazenda. Novamente foi pedido a eles que lessem os textos.

Os alunos perguntaram, também, sobre o que eram movimentos peristálticos, mesmo após lerem o conceito no OA. Apesar de os questionamentos terem sido razoavelmente feito por todos, nenhum aluno os fazia como se já tivesse adquirido os conceitos, ou seja nenhum aluno perguntou algo que não estava presente nos textos do OA. Na tentativa de entender os motivos que levaram a esse resultado, foram levantadas algumas suposições, algumas delas passíveis de verificação por meio de instrumentos mais específicos, outras evidenciadas pela observação das atitudes manifestadas pelos alunos:

- pouca literacidade computacional. Observou-se que muitos deles não tinham grande familiaridade com o equipamento, o que constituiu um obstáculo para a atividade;
- o interesse por conhecer mais sobre o assunto não era muito significativo. Isso talvez se deva ao fato de que os alunos julgaram que o conteúdo já havia sido ensinado pela professora responsável pela classe;
- embora abordado e discutido em sala de aula, o conhecimento científico, que poderia ser utilizado para uma melhor compreensão do funcionamento do sistema digestório e resolução das questões levantadas por eles mesmos, não foi adequadamente articulado, mesmo com a apresentação de mais uma ferramenta, o OA em questão;
- talvez foram poucos os momentos em sua vida escolar durante os quais os alunos foram incentivados a uma atividade didática diferente sem o uso do livro didático. Prova disso é que muitos dos denominados “trabalhos de pesquisa escolar” não passam de meras cópias de textos de livros e enciclopédias; falta-lhes incentivo para resolver um problema, algo que os faça buscar o conhecimento para servir como ferramenta de resolução por questões elaboradas por eles mesmos.

7.3. REALIZAÇÃO DAS AULAS COM APOIO DO OA

As aulas sobre o Sistema Digestório realizaram-se de 09/10 a 13/11/2007, ocorrendo à tarde, das 14h às 16h30. Esse horário foi escolhido pelos próprios estudantes, que também assistiam às aulas regulares do Ensino Fundamental no período matutino, como descrito no item Metodologia. Na Tabela 3 são mostrados em quais encontros os alunos que participaram do estudo estiveram presentes.

Tabela 3 - Presença dos alunos nas aulas.

Encontro Aluno	1º	2º	3º	4º	5º
A ₁	X	X	X	X	X
A ₂	X	X	X	X	X
A ₃		X	X	X	
A ₄			X	X	X
A ₅		X		X	X

No primeiro encontro, foi solicitado aos estudantes que observassem o OA e lessem os textos, assim como foi feito no período da manhã com toda a classe. Além de permitir que fossem evidenciadas as dúvidas dos estudantes relacionadas às noções centrais que se visava desenvolver com a utilização do OA, essa atividade tinha o objetivo de tentar levar os alunos a sua ZDP e a partir daí favorecer a aprendizagem dos conceitos e o desenvolvimento de novas funções cognitivas.

Na primeira aula, das cinco alunas que participariam, apenas duas compareceram (Tabela 3). Nessa aula, foi explicado que as aulas seguiriam com a discussão e a explicação de assuntos do OA. Para tanto, dividiu-se o objeto didaticamente em três partes:

1. Alimentação e tipos de nutrientes;
2. Mastigação e Digestão;
3. Absorção dos nutrientes.

Essa divisão condiz com o conceito de objeto de aprendizagem, que pressupõe seu uso tanto em partes como no todo. A seguir cada parte do OA será detalhada.

Ao se familiarizarem com o OA, as estudantes demonstravam um certo receio em voltar mais de duas vezes ao seu início. Talvez esse fato seja devido às alunas terem receio de demonstrar falta de interesse ou pouco conhecimento sobre o assunto.

7.3.1. Alimentação e Tipos de Nutrientes.

Essa primeira parte iniciou-se com o questionamento sobre o que era alimentação heterotrófica. Na Figura 12, abaixo, observa-se que essa pergunta estava respondida no OA. O objetivo dessa questão era articular o conceito *digestão* ao conceito de cadeias alimentares. Nessa articulação, o foco era mostrar o homem como um ser vivo que está dentro das cadeias alimentares, ou seja, que faz parte de um ecossistema.

Inicialmente, as alunas sentiram-se um pouco incomodadas e estavam receosas em responder a questão. Porém, logo a A₂ percebeu que a resposta estava no OA e respondeu, “é alimentar-se de outros seres vivos”. A estudante A₁ concordou com as idéias da colega, mas não concluiu mais nada. Observou-se que a aluna já possuía uma concepção de alimentação heterotrófica, pois, ao terminar de responder, completou sua explanação com itens da alimentação humana, como carnes, leite, arroz, e disse que o homem depende do planeta para alimentar-se, ou seja, também está presente na cadeia alimentar.



Figura 12 – Tela do OA mostrando a coleta do mel.

Após a conclusão das aulas, os conceitos das estudantes A_1 e A_2 evoluíram, pois elas perceberam que elas próprias também são participantes de uma cadeia alimentar. Segundo Pujol ([200-]), a apropriação de conteúdos não se dá por meio de uma única atividade, o que foi evidenciado após as aulas.

Durante a explanação dos macronutrientes - o que são, suas funções biológicas em nosso organismo -, notou-se que as alunas não tinham conhecimentos sólidos sobre célula. Essa constatação foi percebida pela observação de seu comportamento durante a explicação. Ao serem questionadas sobre o que elas entendiam por célula, a aluna A_1 respondeu “célula é tipo como se fosse uma forma de um ovo, dentro dele tem um núcleo”; a aluna A_2 nada falou sobre o assunto.

Diante dessa constatação, foi necessário lhes falar sobre células. Para começar, foi descrito o que são, suas principais organelas e funções, tipos de células. Entretanto, não foram citados processos bioquímicos envolvidos no funcionamento da célula, já que, segundo os PCNs, as estruturas e seus nomes não são um objeto de estudo em si mesmos, mas localizam onde os processos ocorrem. Por essa razão, tentou-se evidenciar a importância celular para a absorção dos nutrientes e funcionamento do corpo humano, tais como crescimento, fornecimento de energia para realizar as tarefas do dia-a-dia. Por fim as alunas não responderam

conclusivamente à questão que lhes foi deixada: ‘O que você entende por célula?’ a estudante A₂ correlacionou célula com organismo e disse que é pela célula que o corpo obtém energia. Apesar dessa ocorrência, decidiu-se prosseguir com as atividades.

A segunda aula teve início a partir do momento em que as alunas estavam na tela da Figura 13. As estudantes foram questionadas sobre o porquê de comermos. As principais respostas foram: “para nos alimentarmos”, “para ficarmos vivos” e “quando estamos com fome”. Pediu-se, então, que elas colocassem na bandeja do OA os alimentos que, no cotidiano, elas comeriam. No prato de todas havia: arroz, feijão, carne/frango, batata frita e purê de batatas, duas delas acrescentaram salada. Observando a refeição de cada uma, questionou-se a falta de salada e o excesso de pratos ricos em carboidratos. A resposta foi que não gostavam de verduras e legumes, apenas batata e às vezes cenoura, e que adoravam tanto as batatas fritas quanto purê.



Figura 13 - Tela com interatividade para escolha dos alimentos pelos alunos.

Em seguida, elas foram questionadas se elas não achavam que o prato continha muito carboidrato. Responderam afirmativamente e que sabiam que esse tipo de alimentação pode engordar. Diante desse quadro, foi pedido um trabalho

para casa: cada uma escreveria a sua dieta, com café-da-manhã, almoço e jantar, e depois elas deveriam dividir os alimentos nos três grupos de nutrientes que elas observaram no OA.

Ao prosseguirem no OA, as alunas chegaram à Figura 14, abaixo. A partir dessa tela, outras telas podem ser acessadas e mostram a mastigação de dois ângulos diferentes: frontal e lateral. Ao se clicar nas glândulas salivares, há uma simulação sobre a ação da enzima amilase sobre os carboidratos. O grupo de estudantes ficou muito entusiasmado ao observar como ocorria a mastigação dos alimentos no interior da boca.



Figura 14 – Tela que dá início à exploração do aparato digestório.

7.3.2. Mastigação e Digestão

A aula teve início com a discussão da atividade que as alunas realizaram em suas casas. As alunas buscaram discutir com a pesquisadora as questões sobre as quais tinham dúvidas. As respostas das alunas expressaram uma confusão sobre a classificação dos alimentos quanto à sua composição química, em particular quanto à sua classificação no grupo das proteínas e gorduras.

Diante dessa confusão sobre como classificar os alimentos, foi explicado que a classificação ocorre devido à maior quantidade de um determinado nutriente no alimento. Por exemplo, o leite na resposta da estudante A₁ constava na coluna das gorduras. Foi explicado que o leite tem grande quantidade de proteínas, por esse motivo é classificado como tal, assim como seus derivados, iogurtes, queijos, entre outros.

A estudante A₂ indagou sobre o que eram enzimas e pôde entendê-las melhor quando a docente explicou o conceito com o apoio da simulação disponível no OA (Figura 15). Foi explicado às estudantes que enzimas são proteínas que auxiliam na transformação dos alimentos, no caso das digestivas, e que há muitas enzimas no organismo e cada uma tem função diferente. Para ilustrar a explanação sobre transformações químicas foi usada, além da simulação contida no OA, a degustação de pipoca sem sal.

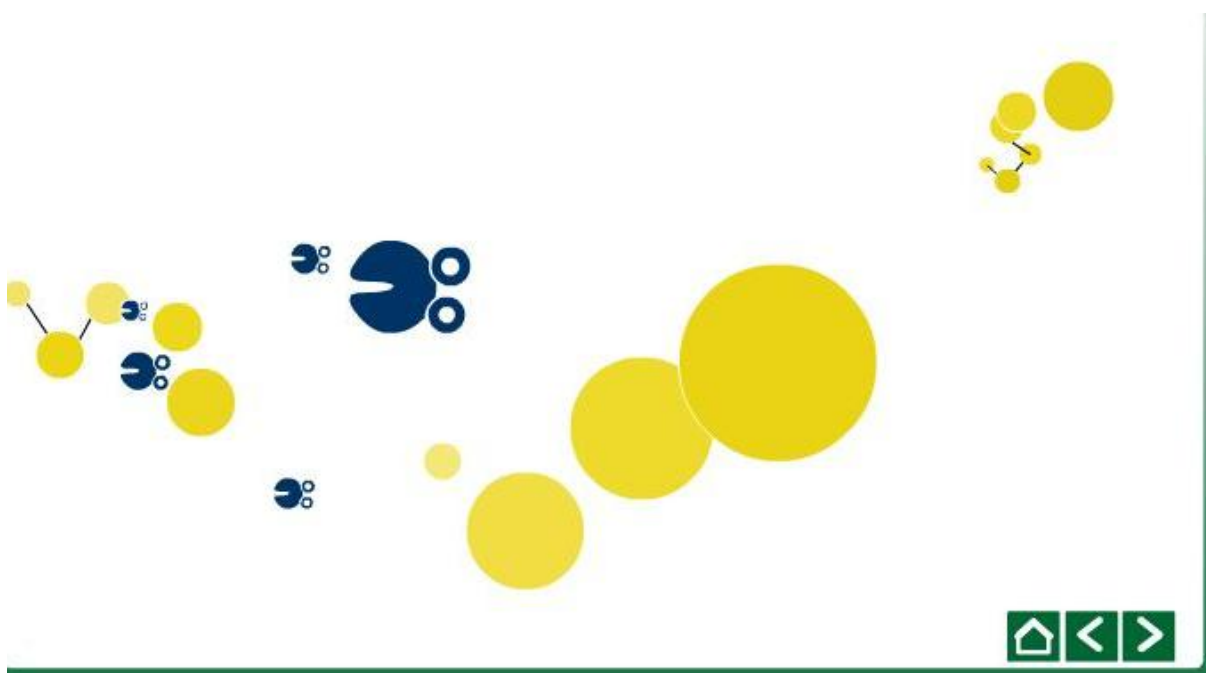


Figura 15 – Simulação da ação da enzima amilase nas moléculas de carboidratos.

Nessa atividade, foi levada a pipoca pronta sem a adição de sal e foi pedido às alunas que mastigassem muito bem algumas unidades. Com isso, as alunas perceberam que em um determinado momento sentiam um leve sabor adocicado. Então, com o auxílio do OA, foi-lhes mostrado que o sabor adocicado era resultado

da quebra da molécula de amido da pipoca em glicose pela enzima amilase contida na saliva.

Após essa atividade, foi pedido às alunas que lessem os textos da deglutição e da digestão. Em determinado momento, a estudante A₄ disse que sabia da importância do conteúdo, mas o considerava algo enfadonho. Comentou que não tinha o hábito de ler e mostrou-se interessada em ouvir a explicação vinda da pesquisadora e só ler a teoria quando fosse realizar alguma tarefa. Esse desejo foi manifestado também por outras alunas. Provavelmente a falta do costume de ler causou um pouco de resistência em alguns estudantes, ao serem incentivadas a explorar o material contido no OA. Entretanto, isso constituiu também oportunidade para desenvolver habilidades relativas à leitura e à interpretação de textos, conteúdos procedimentais relevantes para a continuidade dos estudos pessoais nos próximos níveis de ensino e pelo restante da vida. O fato de as alunas serem mais exigidas quanto à leitura não representou, porém, barreira significativa ao desenvolvimento do curso.

Ao efetuar a leitura dos textos, a aluna A₂ perguntou sobre como ocorre o fenômeno de engasgar. Para melhor explicar, foi mostrado na TV a tela da Figura 15. Nessa imagem podem-se observar os dois canais paralelos, a traquéia e o esôfago. Ao observar a imagem, a estudante A₁ concluiu que quando engasgamos, o alimento 'entra pelo buraco errado'. Foi então questionada sobre qual deles. A aluna respondeu que acreditava que deveria ser o tubo pelo qual passa o ar, olhando para a imagem, pois não faria sentido se fosse pelo outro.

Analisando a resposta da aluna, pode-se inferir que, na interação entre o computador, no caso o OA, a pesquisadora e as outras estudantes, ocorreu uma evolução no desenvolvimento cognitivo das alunas, pois durante todo o decorrer das aulas as perguntas eram mais freqüentes e muitas vezes, ao serem 'pressionadas' a responder, as alunas buscavam a resposta.

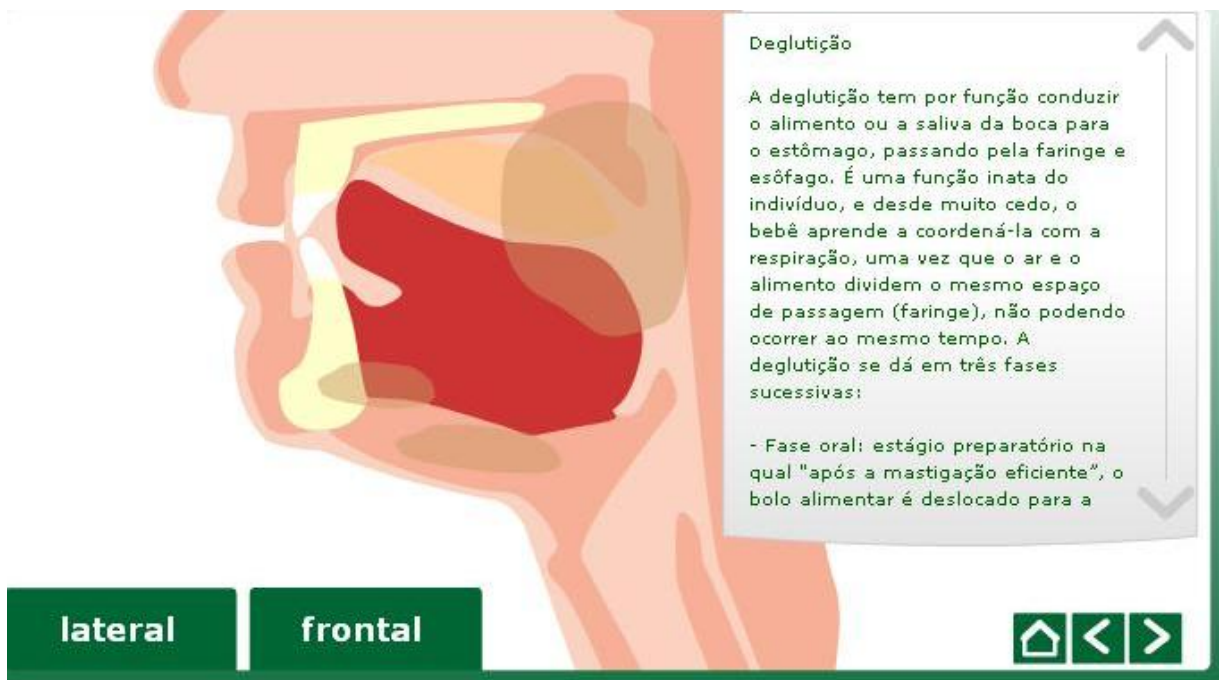


Figura 16- Visualização e simulação laterais da mastigação.

Na aula seguinte, no início das atividades as alunas, A₃ e A₄ fizeram a seguinte pergunta: “Por que sempre disseram pra gente não entrar na água depois de comer?” Antes de responder a questão, foi pedido que lessem novamente o texto sobre digestão, contido no OA.

Após lerem o texto e observarem as animações dessa etapa, a pergunta feita lhes foi devolvida de outra forma: O que poderia fazer mal ao entrarem na água após se alimentarem? As alunas responderam que poderia acontecer uma congestão, mas elas não sabiam o que isso significava.

Observa-se aqui que a palavra *congestão* é um exemplo do conceito “em si” e “para os outros”, ou seja, a estudante ouviu a palavra no contexto descrito acima e passou a aplicá-lo na prática antes de assimilá-lo. Então, foi explicado que o que faz mal é praticar exercício físico, como nadar, correr, pois isso prejudica o fluxo sanguíneo no trato digestivo; o sangue é desviado para os músculos poderem realizar o exercício. Segundo Vygotsky (2000), a comunicação verbal com os adultos, no caso a pesquisadora, se torna um potente fator para o desenvolvimento dos conceitos científicos.

Ao observar a animação dos movimentos estomacais (Figura 17), a aluna A₃ perguntou se quando estamos com fome são esses movimentos que fazem barulho. Foi explicado à estudante que sim, pois os movimentos peristálticos têm início antes de colocarmos o alimento na boca e, estando o estômago vazio, esses movimentos podem ser ouvidos.

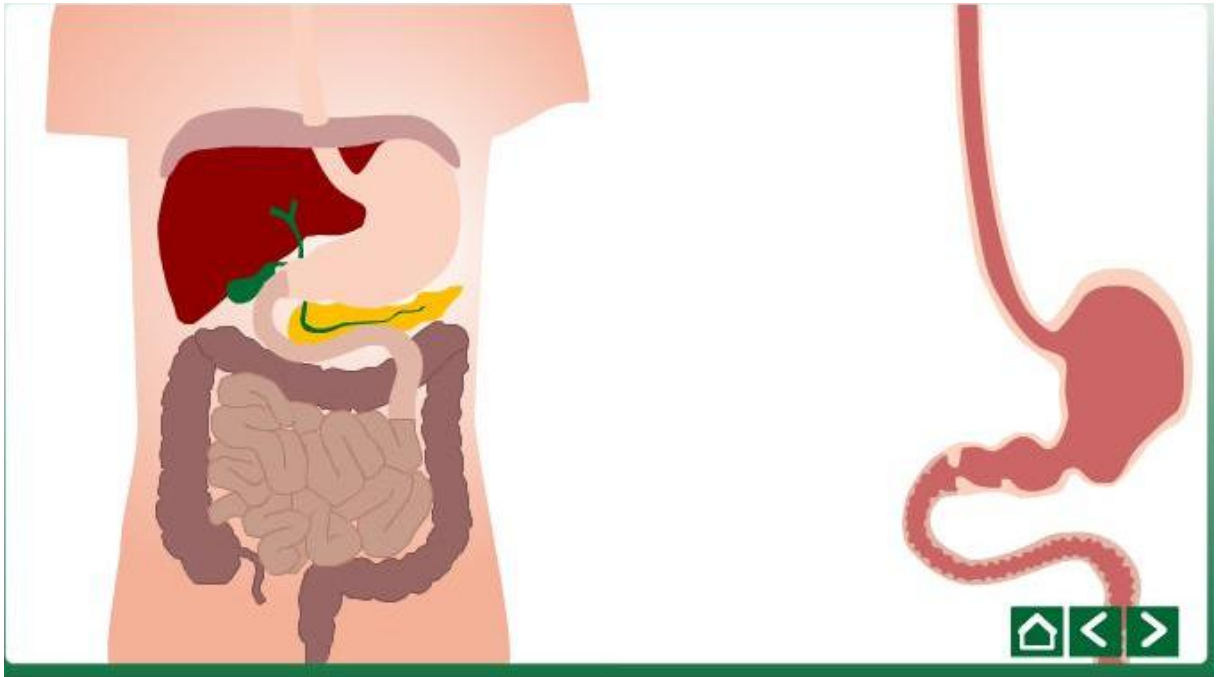


Figura 17 - Simulação dos movimentos estomacais.

7.3.3. Absorção dos nutrientes

Nos dois últimos encontros, os textos trabalhados foram referentes ao foco deste estudo: a relação entre absorção dos nutrientes e sua utilização pelo organismo. A aula foi iniciada com a leitura dos textos, manipulação do OA e uma atividade em que as alunas deveriam descrever como o organismo aproveita os alimentos, podendo trocar idéias entre si.

A questão foi preparada para ser respondida ao término da aula, após a explanação da pesquisadora.

No primeiro encontro dessa fase, as alunas observavam a animação da última tela do OA (Figura 18), com o coração, os pulmões e os vasos sanguíneos, e notava-se um incômodo por parte delas. Ao serem questionadas sobre por que esses órgãos estavam ali, se o assunto das aulas era o sistema digestório, todas se entreolhavam, mas não sabiam responder.

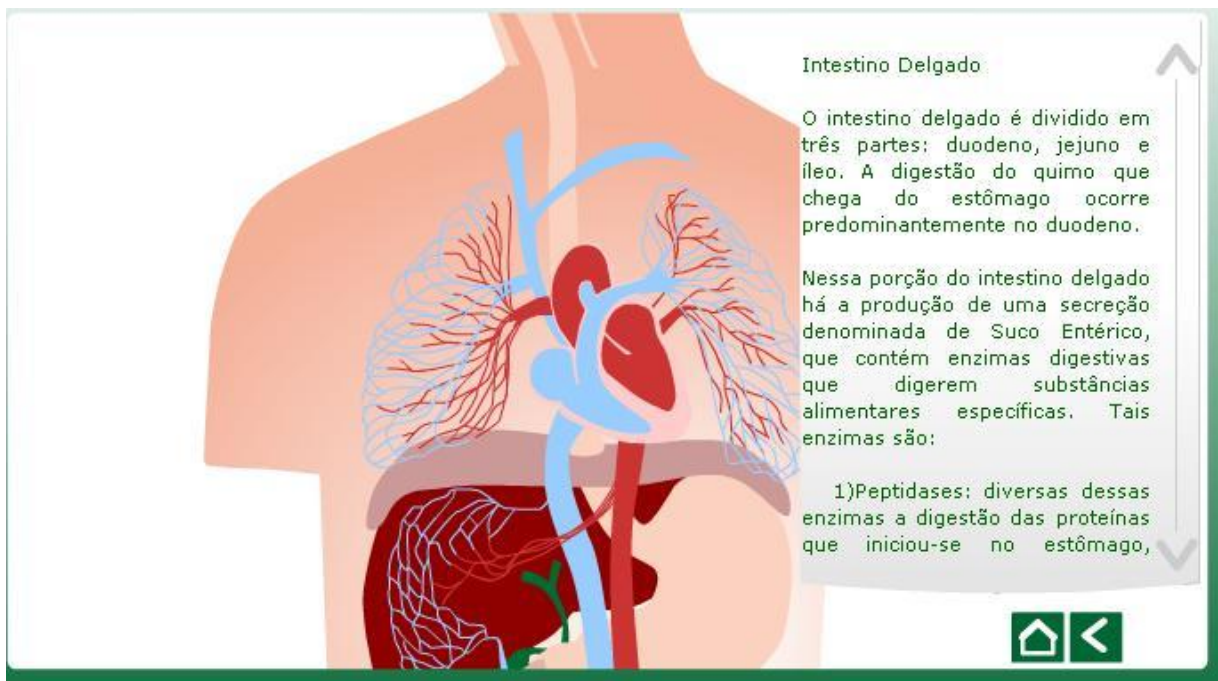


Figura 18 - Tela final do OA, mostrando a interligação de vários sistemas do organismo.

Foi pedido então que lessem com mais atenção o último texto. Ao final da aula ,novamente as alunas foram questionadas. Apenas a estudante A₃ respondeu “os nutrientes vão para o sangue e para os rins por isso o coração aí, porque o sangue sai dele”.

Pelas respostas ao exercício proposto no início dessa aula, foi possível perceber que algumas estudantes conseguem relacionar o transporte dos nutrientes ao sangue, como se pode notar na resposta da A₃: “pelos carboidratos, nutrientes gorduras. O corpo aproveita pelos órgãos que passam as comidas, os carboidratos e nutrientes vai para o ferro e a gordura vai para os ormonios que fazem a gente engordar ou emagrecer”.

Já as alunas A₁ e A₂ compreendem que, para o organismo aproveitar os alimentos que são ingeridos, estes precisam ser transformados, porém há muita confusão sobre como ocorre essa transformação. A aluna A₁ não conseguiu melhorar seu conceito a respeito do assunto como se pode observar em sua resposta “tem dois lugares para ir os alimentos, uns vai num deles e alguns vai pro outro então o nosso corpo manda os bons alimentos para um, e os ruins para o outro.” A estudante A₂ respondeu: “O corpo aproveita os alimentos de vários modos. Transforma os alimentos em várias proteínas, que ajudam nosso corpo a se movimentar, muitas, proteínas, que sem elas agente não vive.”

Pode-se inferir que as estudantes não compreenderam o conceito de transformação dos alimentos, isto é evidenciado desde suas primeiras respostas.

Ao se observarem as respostas das alunas, percebeu-se que elas tentaram relacionar o transporte dos nutrientes à circulação sanguínea, já que expressaram que algum tipo de transformação ocorre, porém a falta de conceitos as impediu de responder adequadamente.

No último encontro foi realizada a última avaliação, foi entregue às alunas uma folha com o desenho de um corpo humano, evidenciando o sistema digestório (ver anexo 2) e foi pedido que colocassem na folha recebida o que haviam compreendido sobre o assunto do OA.

Surpreendentemente todas apenas nomearam os órgãos e não escreveram nada sobre os conceitos da digestão. Foi permitido que observassem o OA e o consultassem se achassem necessário, mas apenas colocaram nomes nos órgãos.

Foi observado, durante o desenvolvimento das atividades, que as alunas aplicaram, pelo menos em parte, os conhecimentos adquiridos nas leituras, especialmente naquelas que tratavam dos conceitos relacionados à finalidade dos alimentos na alimentação humana. Foi percebido que as atividades proporcionaram uma oportunidade de utilizar os conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar suas decisões em relação aos objetivos, conforme descrito por Zabala (1998). É claro que, para saber se estenderiam essa competência para outros campos da atividade humana, seria preciso um trabalho de investigação mais amplo, que foge ao escopo da presente pesquisa.

Quanto aos conceitos, observou-se que as estudantes os empregaram de uma forma que ainda não é adequada do ponto de vista científico, notando-se uma forte influência do senso comum na explicação dos conceitos *digestão* e *absorção*.

Pode-se considerar que, após as intervenções didáticas, as concepções espontâneas dos alunos já não se sustentavam, mas devido ao tempo não foi possível detalhar esses dados. Os conceitos espontâneos foram testados e as estudantes puderam tomar consciência de suas próprias concepções. Assim como foi evidenciado na metodologia da avaliação como regulação (PUJOL, [200-]), do processo de ensino e aprendizagem, a tomada de consciência de seus próprios conceitos pelos estudantes os auxilia em seu processo de aprendizagem, visto que os conceitos científicos ficam frente a frente com os conceitos espontâneos, o que permite ao aluno ver a fragilidade de suas concepções, já que elas não se sustentam com argumentos lógicos.

Foi considerado como ponto de reflexão do referencial teórico que a ZDP é uma incógnita que pode ser vista como uma “ponte” entre o desenvolvimento real, ou seja, aquilo que o aluno possui como conhecimento próprio, e o desenvolvimento potencial (Figura 19), isto é, aquele conhecimento que o aluno pode obter ou atingir. Além disso, considerou-se que freqüentemente, para atingir o desenvolvimento potencial, algum tipo de mediação deve ocorrer, por exemplo, um professor auxiliando o aluno na resolução de um problema.



Figura 19 - A posição da ZDP segundo a teoria Vygotskyana.

Tais observações foram realizadas ao longo da aplicação do OA junto aos alunos, bem como por meio de perguntas feitas a eles pela pesquisadora durante seu uso. As perguntas realizadas estão no Anexo 3.

As estudantes consideraram que aprenderam muitas questões para as quais nunca tinham atentado na sala de aula. Quando questionadas sobre por que dessa observação não souberam responder.

Segundo as estudantes, a maior dificuldade encontrada durante o ensino do conteúdo foi a compreensão das transformações ocorridas no bolo alimentar quando este chega ao intestino. Para elas, a absorção pelos capilares sanguíneos dos nutrientes é algo muito abstrato, já que seus conceitos sobre tecidos e células estão muito aquém do que poderia se esperar de alunos desse ciclo de ensino.

Porém, o uso de animações, em particular, foi apontado pelas alunas como elemento motivador para compreensão dos conceitos. O uso das simulações propiciou às estudantes a visualização de como a enzima amilase, por exemplo, age nos carboidratos. Essa visualização traz ao estudante a concretização de temas que são de difícil abstração. As próprias alunas relataram que sempre ouviam falar sobre enzimas, porém nunca conseguiam imaginar o que eram e como funcionavam.

Por fim, as alunas puderam perceber a integração dos sistemas digestório, circulatório e respiratório, porém como essa percepção ficou estabelecida não se pode afirmar.

Face a esses resultados, conclui-se que a tecnologia da informação, mais especificamente um OA digital, oferece um potencial a ser explorado para a melhoria do ensino e aprendizagem de conceitos científicos, bem como dos saberes descritos por Zabala (1998), já que o uso do computador para trabalhar com o OA digital não precisa ser restringido a essa tarefa, exclusivamente. No entanto, uma abordagem metodológica que possa integrar a tecnologia da informação como ferramenta de uso rotineiro pelo professor e para que o aluno o veja como parte de sua vida escolar, mostra-se como uma alternativa viável para melhoria do ensino de ciências e, também, das outras disciplinas. Assim, acredita-se que, este trabalho, mesmo que de forma tímida, é uma contribuição no sentido de apontar alguns rumos que podem ser seguidos.

7.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O OBJETO DE APRENDIZAGEM

Segundo o referencial utilizado para construção do OA neste trabalho, o *design* instrucional, a revisão do objeto após seu uso é de suma importância, visto que a partir dessas observações é possível a sua melhoria e a construção de novos objetos de aprendizagem.

Durante o uso do OA pelas estudantes, pode-se observar que os textos atendem somente parcialmente ao critério de apresentar informações suficientes para a sua compreensão. Essa limitação demanda a atuação do professor para o melhor aproveitamento dos estudos, orientando a utilização do OA, esclarecendo dúvidas, promovendo discussões e complementando com informações necessárias, conforme as questões levantadas pelos estudantes.

Pode-se inferir também que a metodologia de avaliar a apropriação de conceitos científicos baseados na avaliação como processo de regulação (PUJOL, [200-]) contribuiu para a observação da evolução da aprendizagem das alunas durante as aulas.

O grande volume de informações contidas no OA na forma de textos foi apontada como dificuldade para o professor, já que os alunos não estão acostumados a ler, e às vezes isso funcionava como fator desmotivador para eles. O uso de ilustrações e animações, a subdivisão do texto em blocos menores, acessíveis por *links* dentro da animação, foram estratégias empregadas para tentar diminuir esse efeito. Embora a leitura exija mais esforço dos estudantes, considera-se benéfico valorizar a leitura, a interpretação e o debate de textos, capacidades importantes para os estudos das outras disciplinas escolares.

Outro ponto que foi observado e deve ser discutido em trabalhos futuros é a questão da interatividade. Neste estudo, apesar de OA utilizado apresentar um nível médio-baixo de interatividade, os objetivos que se pretendiam atingir com o uso dessa ferramenta foram alcançados. O interesse pelo assunto tratado, os debates e discussões sobre temas relacionados com a digestão foram possíveis com o uso desta

tecnologia. A questão da interatividade deve ser discutida e colocada em xeque, dependendo dos objetivos de ensino e aprendizagem que se queiram alcançar.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trata da construção de conceitos de Ciências, em particular sobre o sistema digestório e suas inter relações com o apoio de uma hipermídia.

A pesquisa envolveu a implementação, aplicação e avaliação de um objeto de aprendizagem com fundamentação no Construtivismo Social de Vygotsky sob as perspectivas da Educação para a Ciência, dentre as quais o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

O potencial dessa proposta didática para o processo de ensino e aprendizagem foi aferido com base na análise realizada a partir de dados obtidos em aulas sobre o assunto *nutrição humana* do qual participaram estudantes do terceiro ciclo do Ensino Fundamental.

Verificou-se uma relação entre as várias características do OA planejadas em seu projeto e percebidas em sua avaliação, embora nem todos os aspectos almejados tenham sido alcançados plenamente.

Conforme se apurou, a oportunidade de participar de aulas interagindo com o computador foi valorizada pelos estudantes, em virtude do emprego da máquina ter apoiado a aprendizagem e constituído um diferencial em relação às aulas tradicionais. O emprego da multimídia para representar o conteúdo em diferentes formatos pode ter implicado maior facilidade entre os conceitos a serem assimilados e a estrutura cognitiva.

Com efeito, a proposta didática para o ensino de Ciências sobre a digestão humana como tema central, com o uso do OA, organizado segundo pressupostos construtivistas, em um enfoque CTS, no qual elementos sociais foram considerados, possibilitou à grande parte dos alunos a assimilação de idéias básicas sobre a inter relação entre os sistemas orgânicos, abrangendo conhecimentos quanto a absorção dos nutrientes pelos capilares.

Uma limitação na aprendizagem dos conceitos científicos foi observada na dificuldade dos alunos em explicar a absorção dos nutrientes pelos capilares sanguíneos .

As observações das atividades realizadas e as informações fornecidas pelas estudantes indicaram que certas opções metodológicas para o ensino de Ciências adotadas no OA e nas aulas com o apoio dessa tecnologia trouxeram contribuições para a aprendizagem. Exemplo disso é a simulação.

A estruturação do material didático segundo os princípios do *design* instrucional parece ter apoiado o desenvolvimento das alunas para a aquisição dos conceitos. Algumas estudantes fizeram comentários que sugerem mais explicitamente ter sido benéfica a utilização do OA como apoio às explicações do professor, e também o uso do computador como ferramenta didática. Isso permitiu à maior parte dos alunos superar as dificuldades iniciais manifestadas ao entrarem em contato com o sistema digestório, adquirir desenvoltura na resolução de problemas e alcançar um desenvolvimento cognitivo para posterior aquisição desse conteúdo.

As questões propostas ao final dos textos estudados ajudaram a direcionar a atenção para idéias-chave, estimulando a interação entre as alunas e destas com o professor, e contribuindo para a assimilação de alguns conceitos. Isso foi particularmente notado no caso das perguntas mais problematizadoras (por exemplo: O que você comeu?), que forneceram um estímulo maior ao aprofundamento da reflexão, à elaboração de idéias e à geração de debates esclarecedores, favorecendo uma maior oportunidade de aprendizagem.

Houve evidências de que as atividades de leitura e discussão realizadas durante o curso concorreram para a aprendizagem, pois alunas declaradamente não possuidoras do hábito de ler dedicaram-se a isso, passando a explorar o material espontaneamente, logo ao chegar na sala de aula e ao participar dos debates.

Assim, os conteúdos de Ciências ensinados na escola devem cumprir o seu papel na promoção da autonomia do aluno, no desenvolvimento da consciência crítica desse futuro cidadão e na instrumentalização do ser humano para a tomada de decisões que possibilitem a ele ser um gestor dos processos sociais. Embora sua contribuição seja pontual e de pequeno impacto no macrossistema educacional, deste

trabalho de pesquisa poderão surgir novas oportunidades de discussão, críticas e propostas que, em conjunto, venham a contribuir de forma mais significativa para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Contudo, no que diz respeito à aplicação dos conceitos na explicação dos processos biológicos analisados, os alunos manifestaram concepções inadequadas do ponto de vista científico. De fato, se forem consideradas as aplicações que os alunos deram para os conceitos de transformação dos alimentos através da digestão, entre outros, pode-se afirmar que houve uma assimilação desses conceitos à sua estrutura cognitiva.

Outro fato detectado foi o interesse despertado pelas questões sociais relacionadas à produção e ao consumo dos alimentos, bem como às questões ligadas à maneira como o organismo aproveita os nutrientes. Nesse aspecto, pode-se constatar que é possível, pela discussão desses problemas, incrementar o nível de consciência dos alunos em relação aos impactos causados pela alimentação, os quais são divulgados pela mídia, porém de forma equivocada, apontando-se para determinado alimento ou dieta que possa 'estar na moda'. Assim, o debate dessas questões no âmbito escolar contribui significativamente para a formação de um cidadão crítico, consciente e capaz de participar do processo decisório na sociedade.

A aferição da aprendizagem foi realizada em condições atípicas, em uma turma com número reduzido de alunos, tendo aulas não-regulares, que não lhes renderia qualquer tipo de nota. Desse modo, os estudantes que participaram das aulas-piloto eram particularmente motivados, pois se inscreveram movidos basicamente pela vontade de ampliar conhecimentos. Além disso, o curso foi ministrado pela própria pesquisadora, autora do OA.

A obtenção de dados mais abrangentes quanto às possibilidades de ensino e aprendizagem com a utilização do OA analisado demanda a continuidade das pesquisas em outros contextos, nos quais este seja testado em turmas típicas do Ensino Fundamental, de modo integrado ao currículo da escola, envolvendo também outros professores além do próprio pesquisador.

As reconhecidas dificuldades enfrentadas pelos educadores em seu dia-a-dia, sobretudo nas escolas públicas, incluindo as lacunas existentes em sua formação e até

mesmo a ausência de computadores como ferramenta didática em grande parte dos estabelecimentos de ensino, não devem ser consideradas um impedimento à introdução de práticas em consonância com os referenciais descritos anteriormente. Docentes em serviço podem ter suas condições de trabalho melhoradas e passar por cursos de capacitação, equipamentos podem ser adquiridos, recursos pedagógicos adequados podem ser criados e cursos de licenciatura podem ser reformulados para melhor atender às demandas de atualização curricular, desde que tais linhas de ação sejam colocadas como prioridades pelas instâncias e agentes envolvidos no funcionamento dos educandários.

9. TRABALHOS FUTUROS

Em futuras investigações, seria interessante promover avaliações mais completas e aprofundadas quanto ao entendimento conseguido pelos estudantes dos conceitos focados no presente trabalho. Como por exemplo, a confecção de mapas conceituais pelos alunos, não contemplada na pesquisa descrita nesta dissertação, poderia ser uma estratégia útil para se descobrirem mais detalhes sobre a organização do conteúdo em sua estrutura cognitiva.

Devido ao foco da investigação em um número pequeno de significados, vários conteúdos que o OA propõe, tais como as cadeias alimentares, o uso de agrotóxicos na agricultura, dentre outras, poderiam ser explorados em novos projetos, a partir da idéia central de reuso dos OAs: a utilização das tecnologias empregadas na confecção dessa ferramenta mais o *know-how* conferido por esse trabalho.

Apesar do OA para o ensino do assunto *Digestão* ter sido testado em um curso-piloto promovido ao final da sétima série do Ensino Fundamental, existem outras opções para se explorar seu conteúdo. A escolha de partes do OA com objetivos pedagógicos específicos, as quais podem ser trabalhadas em diferentes momentos do Ensino Fundamental, é uma estratégia que pode ser colocada em prática em outras pesquisas e também constituir alternativas para a realização de atividades no ensino regular, já que o conceito aceito de objeto de aprendizagem é a possibilidade de sua utilização em partes ou no todo.

A implementação dessa diretriz, no entanto, pode demandar a introdução de conceitos prévios para viabilizar a compreensão dos materiais a serem estudados, de modo apropriado à realidade dos estudantes com os quais se interage. Conforme o projeto, pequenas alterações podem ser feitas no OA, introduzindo-se novos textos ou documentos para a melhor implementação do plano didático delineado.

A experiência com a proposta didática examinada neste trabalho torna possível recomendar que se invista no desenvolvimento e na avaliação de novos

materiais em formato de objetos de aprendizagem estruturados segundo princípios similares, incluindo-se orientações para seu uso didático, com o aprofundamento de tópicos dos processos biológicos e outros assuntos. Esses produtos pedagógicos poderiam ser arquitetados para uso em aulas presenciais ou, ainda, para atender a cursos de educação a distância, intermediados pela *Internet*. A consecução de tal desiderato seria favorecida por equipes interdisciplinares englobando pesquisadores, professores do Ensino Fundamental e Médio, programadores e especialistas em *design*.

O aperfeiçoamento de instrumentos para a avaliação dos OAs voltados ao ensino de Ciências é também um ponto que merece maior atenção por parte dos pesquisadores. Tais ferramentas facultam uma visão mais acurada das características desses, fornecendo subsídios para o seu aprimoramento e para os docentes que estudam a possibilidade de utilizá-los em suas classes.

Para que recursos pedagógicos de natureza semelhante ao programa discutido neste trabalho sejam efetivamente incorporados às salas de aulas do Ensino Fundamental e Médio, é essencial fomentar uma cultura que propicie sua apreciação e utilização crítica pelos docentes. Promover análises de OAs e de práticas didáticas com o apoio deles em cursos de formação de professores é um modo de contribuir para o entendimento do potencial de tais materiais e preparar os docentes para utilizá-los em seus próprios planejamentos de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Thomson, 2004.

BANNAN-RITLAND, B.; DABBAGH, N.; MURPHY, K. Learning object systems as constructivist learning environments: related assumptions, theories, and applications. In: WILEY, David A. (Ed.). **The Instructional Use of Learning Objects: Online Version**, 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/bannan-ritland.doc>>. Acesso em: 23 jan. 2008.

BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 80, n. 196, p. 383-403, set./dez. 1999. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/viewFile/167/166>>. Acesso em: 05 fev. 2008.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto, 1994.

CHAIKLIN, S. The Zone of Proximal Development. In: KOZULIN, A. **Vygotsky's Educational Theory in cultural context**. New York: Cambridge University. 2003, p. 39-64. Disponível em: <<http://books.google.com>> . Acesso em: 15 jan. 2008.

FILATRO, A. C. **Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia**. São Paulo: SENAC, 2003. Disponível em: < <http://books.google.com> >. Acesso em: 15 jan. 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

IEEE Learning Technology Standards Committee. **Learning Object Metadata (LOM): Draft Document**. Online version. v 2.1, 1998. Disponível em: <<http://www.ieee.org/web/standards/home/index.html>> Acesso em: 02 mar. 2006.

KOZULIN, A. Psychological tools and mediated learning. In: _____. **Vygotsky's Educational Theory in cultural context**. New York: Cambridge University Press. p. 15-39, 2003. Disponível em: <<http://books.google.com>>. Acesso em: 15 jan. 2008.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 1-8. jul./set. 1992. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/pesquisa/publicacoes>> . Acesso em: 08 fev. 2008.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidades: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v. 1, n. 14, p. 85-93, 2000.

LEV VYGOTSKY ARCHIVE: the problem of the cultural development of the child. In: **ENCYCLOPEDIA of Marxism**. Fremont, 1999. Disponível em: <http://www.marxists.org/archive/vygotsky/works/1929/cultural_development.htm>. Acesso em: 20 fev. 2008.

LÉVY, P. A Revolução contemporânea em matéria de comunicação. Tradução de Juremir Machado da Silva. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 9, p. 37-49, dez. 1998. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famecos/pos/revfamecos/9/Levy.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2008.

LÉVY, P. Educação e Cibercultura. In: _____, **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999. Disponível em <http://www.leffa.pro.br/textos/Pierre_Levy.pdf> Acesso em: 04 fev. 2008.

LURIA, A. R. In: **ENCYCLOPEDIA of Marxism**. Fremont, 1999. Disponível em: <http://www.marxists.org/archive/luria/index.htm> . Acesso em: 20 fev. 2008.

MACHADO, D. I. **Construção de conceitos de Física Moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da Hipermídia**. 2006. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, 2006. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

MARXIST INTERNET ARCHIVE. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.marxists.org/portugues/biblioteca.htm>> . Acesso em: 05 fev. 2008.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: um pouco de história. **Em Aberto**. Brasília, v. 12, n. 57, p. 17-26, jan/mar. 1993. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/pesquisa/publicacoes> > . Acesso em: 08 fev. 2008.

MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, César (Org.). **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1998. p. 57 - 77.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: Escola de Verão para professores de prática de ensino de física, química e biologia, 3., 1994, Serra Negra. **Coletânea...** São Paulo: FEUSP, 1995. p. 56-74.

MURRAY THOMAS, R. **Comparing theories of child development**. 3. ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1993.

NEITZEL, L. C. **O uso pedagógico das modernas tecnologias**. Versão online, 1997. Disponível em: < <http://www.geocities.com/athens/sparta/1350/usoped.html> > Acesso em: 05 mai. 2006.

NOVAK, J. D. Concept Maps for course or curriculum development. In: CAÑAS, A. J. **A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support**. Pensacola, 1998. Disponível em: <[http:// www.ihmc.us](http://www.ihmc.us)> Acesso em: 05 fev. 2008

PUJOL, R. M. **Didáctica de las ciencias em la educación primaria**. Madri: Síntesis, [200-]. 351p.

RIVED. **Banco de Dados**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.rived.mec.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2008.

SCARIOT, E. F. M. **Proposta de uma metodologia mista para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem**. 2005. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2005.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, 3º e 4º Ciclos do Ensino Fundamental**. Brasília: MEC, SEF, 1998.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2000.

SILVA, J. T., et al. Aprendendo as Leis de Newton com os carrinhos de rolimã. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1-10, dez. 2006. Disponível em: < <http://www.cinted.ufrgs.br/renote> >. Acesso em: 10 fev. 2008.

SOUZA, A. R.; YONEZAWA, W. M.; SILVA, P. M. Desenvolvimento de habilidades em tecnologia da informação e comunicação (TIC) por meio de objetos de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. (org.). **Objetos de Aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007. p. 49-59

TARJA, S. F. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2001.

TAROUCO, L. M. R. ,et al. Reusabilidade de objetos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v. 1,n. 1, fevereiro, p. 1-11. 2003. Disponível em: < <http://www.cinted.ufrgs.br/renote> >. Acesso em: 20 abr. 2006.

VALENTE, J. A., ALMEIDA, F. J. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. Porto Alegre, n. 01, setembro, p. .45-60. 1997 Disponível em < <http://www.professores.uff.br/hjbortol/car/library/valente.html> >. Acesso em: 23 mar. 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução de José Cipolla Neto, et al. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WILEY, D. Learning Objects need Instructional design. In: ROSSET, A. (org.). **The ASTD E-Learning Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2002. p. 115-139.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A (Ed.). **The instructional use of Learning Objects: Online Version**. 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE – Textos de Ciências contidos no OA

Texto Introdutório:

A alimentação é uma necessidade básica dos animais, desde os invertebrados até os vertebrados mais complexos como nós seres humanos.

Os alimentos como são ingeridos não estão no formato de que o corpo necessita para aproveitá-los. Por isso, devem ser transformados quimicamente em nutrientes para serem absorvidos pelo sangue e pela linfa, sendo levados às células pela circulação sangüínea e linfática, respectivamente.

A espécie humana tem uma nutrição heterotrófica, ou seja, alimenta-se de outros seres vivos, e é onívora (do latim: *omnis*, tudo, e *voros*, comer), portanto sua alimentação constitui-se tanto de produtos de origem animal como de origem vegetal.

A dieta é a composição dos tipos e quantidades de alimentos que ingerimos, e estes precisam conter carboidratos, lipídeos (gorduras), proteínas, sais minerais, vitaminas e água. Obtemos nossos alimentos de várias maneiras: da pesca, colheita de vegetais (frutas e verduras), do leite, do mel, das carnes entre outros. Todos esses alimentos são trazidos da zona rural até nós por meio aéreo, rodoviário ou ferroviário.

Essas substâncias são chamadas genericamente de nutrientes. Os nutrientes são as fontes de energia e matéria prima para o funcionamento das células e, conseqüentemente, para a manutenção da vida. Porém, para os nutrientes chegarem às nossas células, eles passam por diversas transformações. Os processos que trituram e transformam quimicamente os alimentos em nutrientes é a digestão. Os órgãos que são responsáveis por esse processo fazem parte do Sistema Digestório.

Macronutrientes

CARBOIDRATOS:

Os carboidratos (açúcares, massas e cereais) são um grupo de elementos orgânicos, compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio. Os grupos de alimentos que fornecem quantidades apreciáveis de carboidratos são: grãos, frutas, vegetais, leite e doces concentrados. Desses os grãos fornecem a maior fração de carboidratos na dieta humana. Açúcar refinado, xaropes e amido de milho são carboidratos puros. Doces como mel, geléias e melados apresentam quase que só carboidratos, são denominados de “calorias vazias”, por contribuírem apenas com calorias na dieta do homem. A ingestão excessiva dessas calorias tende a reduzir a ingestão de alimentos protetores da saúde por levarem à falta de apetite.

Os grãos incluem muitas formas, como farinha, pastas, pães, bolos e outros. A preponderância dos grãos pode ser influenciada por padrões étnicos e desenvolvimento agrícolas. Por exemplo, nos EUA o trigo é o cereal mais popular, fornecendo aproximadamente 25% das kilocalorias consumidas, enquanto que no Oriente o arroz pode prover nada menos que, 70% do total. A maior parte dos alimentos com carboidratos contém mais de um nutriente. Os grãos integrais como trigo, milho, arroz, cevada, aveia, centeio, trigo mouró e painço contêm amido, além de quantidades variáveis de proteínas, minerais e vitaminas.

Os carboidratos são indispensáveis como fontes de energia, que os tecidos requerem para utilizar em todas as condições fisiológicas, como combustível para a atividade muscular, especialmente o músculo cardíaco. O sistema nervoso central utiliza exclusivamente glicose como combustível. Por isso, os tecidos necessitam de um suprimento diário e constante de carboidratos na forma de glicose. Os carboidratos têm uma ação economizadora de proteínas. Se a dieta contiver uma quantidade insuficiente de carboidratos, o corpo converterá proteína em glicose para suprir a energia (glicogênese). A necessidade energética precede todas as demais necessidades.

PROTEÍNAS:

A palavra *proteína* é de origem grega e significa de “primeira importância”. Foi a primeira substância reconhecida como parte vital dos tecidos vivos. Quase tudo que ocorre nas células envolve uma ou mais proteínas. Elas fornecem a estrutura da célula, catalisam as reações celulares e executam miríades de outras tarefas. O papel central das proteínas é evidenciado na informação genética. Para cada proteína existe um segmento de DNA (um gene) que guarda a informação, especificando sua seqüência de aminoácidos. Em uma célula típica, existem milhares de tipos de proteínas, cada uma delas codificada por um gene, e cada uma responsável por uma função específica. As proteínas estão entre as macromoléculas biológicas mais abundantes e também são extremamente versáteis em suas funções.

A estrutura das proteínas pode ser comparada a de um trem. As proteínas são formadas de vários tipos de aminoácidos, assim como um trem é formado por vagões. Apesar das diferenças, todos os aminoácidos, como os vagões, possuem ligações idênticas.

Fontes animais, como leite, ovos, queijo, carnes em geral fornecem proteínas de alto valor biológico. Há uma grande variação no valor biológico, por exemplo, legumes contêm mais aminoácidos que frutas e vegetais. Os legumes são considerados alimentos pobres em proteína. Porém, a semente da soja que está entre as principais colheitas sagradas da China é rica em proteína (40% mais que os legumes), gordura e outros nutrientes. O prato de arroz e feijão, popular na América Latina, fornece proteínas de alta qualidade. O arroz é pobre em lisina e isoleucina mas o feijão é rico nestes aminoácidos. Quando o uso de uma proteína é restrito, uma mistura de carboidratos com uma pequena quantidade de proteínas completas suprirá os aminoácidos essenciais. São exemplos dessa suplementação os cereais com leite, macarrão com queijo, feijão com molho de carne ou peixe. Aproximadamente de 15 a 20% do corpo humano é proteína, e elas existem de várias formas. Cerca de 1/3 dos músculos é formado por proteína assim, como 1/5 das cartilagens ósseas. Além de estarem presentes em todas as células, também são um componente essencial de enzimas, hormônios e secreções.

Entre tantas funções das proteínas, estão: reparação das proteínas tissulares corpóreas gastas resultantes do contínuo desgaste natural que ocorre no corpo; construção de novos tecidos; fonte de calor e energia.; manutenção das relações osmóticas normais (albumina) entre os vários fluídos do corpo; transporte de outras substâncias, como a albumina que transporta ácidos graxos livres, a transferrina, que transporta ferro. Elas são importantes constituintes do sangue, como a hemoglobina que é a proteína do sangue. A hemoglobina, transporta O₂ - do pulmão para os tecidos e leva CO₂ de volta aos pulmões. Os anticorpos também são proteínas, e que são uma a de nossas defesas contra doenças. Devem ser ressaltadas as funções especiais de alguns aminoácidos, como o triptofano que é um precursor da serotonina, um vasoconstritor; a metionina, doador de grupos metila para a síntese de componentes como a colina e a creatina; glicina, mais simples e onipresente de todos, combina-se com substâncias tóxicas e as converte em formas inócuas, também é utilizada na síntese de porfirina do núcleo da hemoglobina e é constituinte do ácido glicocólico (ácido biliar); histidina, essencial para a síntese de histamina, um vasodilatador; glutamina e aspargina formadas a partir de ácido glutâmico e aspártico, respectivamente, são reservatórios de grupamentos amina no corpo.

Enzimas:

Proteínas que participam das reações biológicas aumentando sua velocidade. As enzimas são responsáveis pela transformação química, ou fragmentação de outros componentes químicos.

LIPÍDEOS:

Biologicamente os lipídeos constituem um grupo de compostos que são quimicamente diferentes entre si, porém com uma característica comum que é a insolubilidade em água. Em muitos organismos, óleos e gorduras são as formas principais de armazenamento de energia, enquanto que os fosfolipídeos e os esteróides representam a metade da massa das membranas biológicas. Outros lipídeos desempenham importantes papéis como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem radiação, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares.

As gorduras são compostas dos mesmos elementos que encontramos nos carboidratos: carbono, oxigênio e hidrogênio. Entretanto, os lipídeos apresentam em sua composição maior número de carbonos e menor de oxigênio comparado aos carboidratos.

Devido ao fato de os lipídeos diferirem quimicamente, eles são classificados como lipídeos simples e compostos. Os primeiros são definidos quimicamente de ésteres de ácidos graxos e álcool, incluem as gorduras animal e vegetal e, as vitaminas A e D. Os lipídeos compostos são definidos como ésteres de ácidos de graxos, contendo álcool e um ácido graxo. Eles incluem os fosfolipídeos e os esteróis, como o colesterol.

Como os lipídeos são insolúveis em água, eles circulam pela corrente sangüínea - colesterol, fosfolipídeos e triglicerídeos - ligados a proteínas específicas, as lipoproteínas. Elas solubilizam os lipídeos no plasma e os transportam para fora dele.

As gorduras presentes nos alimentos são triacilglicerol (TG), colesterol e fosfolipídeos. Poucos alimentos são compostos exclusivamente de gordura. Normalmente elas são combinadas com outros nutrientes - proteínas, vitaminas lipossolúveis, carboidratos. As gorduras são divididas em dois grupos: gordura vegetal e gordura animal. A animal é encontrada nas carnes, peixes, aves, leite e seus derivados. Do grupo de alimentos vegetais fazem parte as margarinas, grãos e óleos vegetais (milho, algodão) e frutas (abacate e azeitonas).

Um dos ésteres mais conhecido, o colesterol, existe em grande quantidade na gema do ovo, no fígado, no rim, no pâncreas ou timo de vitela, no cérebro e nas ovas de peixes (caviar). Em menor quantidade ele é encontrado na gordura da carne, no leite integral, cremes, sorvetes, queijos amarelos (cheddar, provolone entre outros) e manteiga. Deve ser ressaltado que a quantidade sintetizada e metabolizada pelo organismo, diariamente, é bem menor que a consumida, da qual apenas 50% é absorvida.

A função primária das gorduras é de uma fonte de energia concentrada. A principal fonte são os ácidos graxos. A gordura, como tecido adiposo, é a maior fonte de energia estocada no corpo.

O tecido adiposo auxilia a manter os órgãos e nervos do corpo em posição e protegê-los contra lesões traumáticas e choques. A camada subcutânea isola o corpo para manter a temperatura corpórea constante. As gorduras auxiliam no transporte e na absorção de vitaminas lipossolúveis. Diminuem a secreção gástrica no estômago, retardando o seu esvaziamento e proporcionando uma sensação de saciedade após as refeições. Sabores e aromas das gorduras que caracterizam certos alimentos, são fatores determinantes para as pessoas gostarem desses alimentos na dieta.

Ácidos graxos essenciais.

Ácidos linoléico, linolênico e araquidônico são os ácidos graxos essenciais poliinsaturados, porém para o homem os dois últimos são essenciais. O ácido araquidônico pode ser sintetizado do ácido linoléico que provém da piroxidina ou vitamina B₆. Desempenham papéis importantes no transporte das gorduras e na manutenção da função e integridade das membranas celulares. Também aparentam regular o metabolismo do colesterol, especialmente transportar, transformar em metabólitos e excretar.

Fosfolipídeos.

Todos os lipídeos que contêm fósforo, depois dos triacilgliceróis são os maiores componentes lipídicos do corpo. Apresentam afinidade como substâncias lipossolúveis e hidrossolúveis. Devido a essa propriedade estão ligados a proteínas das membranas celulares, facilitando a passagem de gorduras para dentro e fora das células. Sua função é manter a integridade estrutural das células.

Colesterol.

Intermediário-chave na biossíntese de vários outros estéres de importância, incluindo os ácidos biliares, hormônios adrenocorticais, estrógenos, andrógenos e a progesterona.

TUBO DIGESTÓRIO:

A abertura pela qual o alimento entra no tubo digestório é a boca. Aí encontram-se os dentes e a língua, que iniciam o processo da digestão, por meio da mastigação. Os dentes trituram os alimentos, e logo ao entrar na cavidade bucal a comida mistura-se à saliva, iniciando a digestão química dos carboidratos (açúcares, amidos). Através da amilase salivar, enzima contida na saliva, há a quebra das moléculas de carboidratos em moléculas menores, conhecidas como glicose (açúcar). A saliva, também, facilita a ação das outras enzimas ao longo do tubo digestório.

O que é a saliva e de onde vem?

A saliva é produzida por seis glândulas salivares: duas sob a língua, duas na mandíbula e duas sob as orelhas. A presença de alimento na boca, assim como sua visão e cheiro, estimula as glândulas salivares a secretarem saliva, que contém a enzima amilase salivar (ptialina, nome antigo), além de sais e outras substâncias. A

amilase salivar fragmenta os carboidratos nos açúcares que os compõem. Além disso, ao umedecer o alimento, a saliva facilita o ato de engolir (deglutir). E, também ajuda a sentir mais o sabor dos alimentos. Detectando as substâncias químicas que ficam flutuando na língua, a saliva facilita a passagem dessas substâncias pelos botões gustativos. A saliva também ajuda a manter a boca limpa e protegida contra infecções devido às suas enzimas que matam os germes.

O tubo digestório é, portanto, por onde passa o alimento. Ele é composto por: boca, faringe, estômago, intestino delgado, intestino grosso, reto e ânus. Além desses órgãos, também existem os órgãos anexos: glândulas salivares, pâncreas, fígado e vesícula biliar, que juntamente com o estômago e o intestino delgado produzem os sucos digestórios, que atuam na digestão.

Mastigação:

A primeira etapa da digestão é a mastigação, a digestão mecânica, que ocorre quando a comida é colocada dentro da boca. A boca é composta por: lábios, bochecha, gengiva, palatos mole e duro, úvula, língua, frênulo e dentes. A língua movimentada o alimento, que, misturado à saliva, é empurrado em direção à garganta, para que seja engolido. Na superfície da língua existem dezenas de papilas gustativas, cujas células sensoriais percebem os quatro sabores primários: amargo, azedo ou ácido, salgado e doce. De sua combinação, resultam centenas de sabores distintos. A distribuição dos quatro tipos de receptores gustativos, na superfície da língua, não é homogênea.

Deglutição:

A deglutição tem por função conduzir o alimento ou a saliva da boca para o estômago, passando pela faringe e esôfago. É uma função inata do indivíduo, e desde muito cedo, o bebê aprende a coordená-la com a respiração, uma vez que o ar e o alimento dividem o mesmo espaço de passagem (faringe), não podendo ocorrer ao mesmo tempo. A deglutição se dá em três fases sucessivas:

- **Fase oral:** estágio preparatório, o qual "após a mastigação eficiente", o bolo alimentar é deslocado para a parte de trás da língua. Os lábios se aproximam passivamente e os músculos da face ao redor da boca estabilizam a mandíbula. Logo após, sua parte anterior pressiona contra o palato duro, enquanto sua base se deprime (abaixa).

- **Fase faringolaríngea:** trata-se de um estágio involuntário. Na passagem do bolo alimentar da cavidade bucal para faringe, esta é alongada ao mesmo tempo em que há a parada respiratória. Na faringe, o bolo alimentar está num local comum para a respiração e a deglutição, mas o trânsito pela faringe é muito rápido e acompanhado pelo fechamento das vias respiratórias, o que orienta o trajeto do bolo para o esôfago.

- **Fase esofágica:** quando o bolo alimentar passa pelo esôfago, na altura da clavícula, voltando à laringe à sua posição original, abre-se a glote, a língua retorna à sua posição de repouso, a mandíbula volta à sua posição postural e reinicia-se a respiração normal.

O bolo alimentar deglutido é impulsionado por "ondas" de contração da parede esofágica, chegando ao estômago em até dez segundos. Essas ondas são chamadas de movimentos peristálticos ou peristaltismo, e são responsáveis pelo deslocamento do bolo alimentar do esôfago até o ânus. As ondas peristálticas são contínuas por todo o tubo digestório, ou seja, a partir do momento em que se inicia, terminará somente no final do aparelho digestório.

Esôfago:

A principal função do esôfago é a de conduzir o alimento da faringe para o estômago. É através dos movimentos peristálticos que o alimento é deslocado até o estômago.

Estômago:

Este órgão possui três funções motoras:

1) armazenamento de grandes quantidades de alimento até o que o duodeno possa processá-lo. O alimento pode permanecer no estômago por quatro horas ou mais;

2) mistura desse alimento com as secreções gástricas. Na parede estomacal localizam-se as glândulas estomacais. Nessas glândulas há células que secretam o suco gástrico, uma solução aquosa rica em ácido clorídrico e em enzimas que atuam na digestão das proteínas. A pepsina é a principal enzima ativa do suco gástrico, mas ela só atua na presença do ácido clorídrico. Esse ácido torna o conteúdo estomacal fortemente ácido, contribuindo para matar os microorganismos, amolecer os alimentos e favorecer a ação da pepsina.

3) lenta passagem do alimento do estômago para o intestino delgado para que esse realize adequadamente a digestão e a absorção. À medida que a digestão estomacal ocorre, o alimento transforma-se numa massa acidificada e semilíquida denominada quimo.

O estômago é uma área de pouca absorção, apenas algumas substâncias podem ser absorvidas, como o álcool e alguns medicamentos.

Intestino Delgado:

O intestino delgado é dividido em três partes: duodeno, jejuno e íleo. A digestão do quimo que chega do estômago ocorre predominantemente no duodeno. Nessa porção do intestino delgado há a produção de uma secreção denominada de Suco Entérico, que contém enzimas digestivas que digerem substâncias alimentares específicas. Tais enzimas são:

- 1) Peptidases: várias dessas enzimas digerem as proteínas, que iniciaram sua digestão no estômago, decompondo-as em aminoácidos para que possam ser absorvidos;
- 2) Quatro enzimas para a decomposição de dissacarídeos em glicose: sacarase, maltase, isomaltase e lactase;
- 3) Lípase intestinal que decompõe as gorduras. Além do suco entérico, o pâncreas secreta uma solução rica em enzimas digestivas. O suco pancreático, como é conhecido, contém enzimas para digerir todos os três tipos principais de alimentos: proteínas (tripsina e quimiotripsina), carboidratos (amilase pancreática) e gorduras (lípase pancreática). Também contém grande quantidade de bicarbonato de sódio que neutraliza a acidez do quimo que passa do estômago para o duodeno.

Após sofrer a ação das enzimas dos sucos entérico e pancreático e dos ácidos biliares, o quimo transforma-se em um líquido esbranquiçado, conhecido como quilo. A secreção da bile também ocorre no duodeno. Uma das muitas funções do fígado é a de produzir a bile, que é armazenada na vesícula biliar.

A bile tem duas importantes funções:

1. Digestão e absorção das gorduras. Na bile não há enzimas digestivas mas os ácidos biliares presente nessa secreção fazem: - emulsionam as grandes partículas de gordura do alimento, isto é, quebram-nas transformando essas partículas em moléculas microscópicas que podem ser atacadas pela lipase secretada no suco pancreático. Além disso, ajudam a transportar os produtos finais da digestão da gordura até as células intestinais e auxiliá-las a absorvê-los.

2. A bile serve como meio de excreção de várias substâncias indesejáveis presentes no sangue, principalmente a bilirrubina - produto final da destruição da hemoglobina - e o excesso de colesterol que “sai” do fígado.

Intestino grosso:

Dividido em quatro partes: ceco (*cecum*), cólon, reto e ânus. É o local de absorção de água, tanto a ingerida quanto a das secreções digestivas. Os restos de uma refeição chegam ao intestino grosso (após nove horas de sua ingestão) e permanecem ali por até três dias. Nesse período há intensa proliferação de bactérias na massa de resíduos, água e sais minerais são absorvidos. Assim, os resíduos solidificam-se e transformam-se nas fezes. A presença de fezes no reto (geralmente fica vazio) estimula as terminações nervosas dessa região, provocando o relaxamento da musculatura lisa do ânus. A contração da musculatura abdominal permite a expulsão das fezes. A defecação é o último processo da digestão.

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

A absorção dos nutrientes ocorre no intestino delgado. As moléculas de glicose e aminoácidos são suficientemente pequenas para atravessar a membrana das células intestinais passando dali para o sangue que circula nos capilares sangüíneos

intestinais. Estes capilares reúnem-se e formam a veia porta-hepática, que conduz os nutrientes absorvidos ao fígado. No fígado há a remoção de bactérias e outras partículas que possam ter entrado no sangue provenientes do tubo digestório, evitando que agentes prejudiciais tenham acesso direto ao restante do corpo. Por fim, o fluxo sanguíneo abandona o fígado através das veias hepáticas que desembocam na veia cava inferior. Esta, por sua vez, conduz o sangue ao átrio direito do coração. Desse átrio o sangue passa para o ventrículo direito, sendo bombeado para a artéria pulmonar. A artéria pulmonar divide-se em duas, uma para cada pulmão. Nos pulmões o sangue é oxigenado e retorna ao coração pelas veias pulmonares que desembocam no átrio esquerdo. Dali o sangue passa para o ventrículo esquerdo que o bombeia para a artéria aorta. Quando o sangue entra na artéria aorta, ele está oxigenado e rico em nutrientes, pois este sangue é aquele que passou pelos intestinos e recebeu os nutrientes absorvidos pelo trato gastrointestinal. A artéria aorta se divide em vários ramos e levará esse sangue para todos os sistemas do corpo.

Os lipídeos, após serem digeridos, transformam-se em glicerol e ácidos graxos, que são moléculas muito menores, para serem absorvidas pelas células intestinais e passarem para a linfa nos vasos linfáticos intestinais. Esta flui para cima, chegando ao coração através da circulação linfática, e depois são distribuídos às células do corpo.

BIBLIOGRAFIA

AMABIS, J. M., MARTHO, G. R. **Biologia dos organismos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Sistema Digestório : **ENCARTA Enciclopédia**. Estados Unidos, 2001. CD_ROM.

FLECK, H. C. **Introduction to Nutrition**. 3.ed. New York: Macmillan Publishing Co, 1971.

GUYTON, A. C., HALL, J. E. **Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

KRAUSE, M. V., MAHAN, L. K. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 7.ed. São Paulo: Roca, 1984.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995.

ANEXO 1 - Respostas dos alunos a questão da Pré-avaliação

ANEXO 2- Avaliação final, após o uso do OA

ANEXO 3 – Perguntas realizadas para avaliação do OA pelas alunas.

- 1) O que você aprendeu durante as aulas?
- 2) Quais as maiores dificuldades enfrentadas por você durante a aprendizagem?
- 3) Quais aspectos do OA você considera bons e quais você considera ruins?
- 4) O OA contribuiu para que você percebesse relações entre os diversos sistemas apresentados? Por quê?
- 5) Em sua opinião, as imagens, animações e filmes do OA tiveram importância no entendimento das idéias expostas? Por quê?