

Universidade Federal do Rio grande do Sul

Instituto de Matemática

Pós-Graduação em Ensino de Matemática

CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE MATEMÁTICA

VIA PROJETOS DE APRENDIZAGEM



Eduardo Britto Velho de Mattos

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Porto Alegre, 2010.

Eduardo Britto Velho de Mattos

**CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE MATEMÁTICA
VIA PROJETOS DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso

Porto Alegre, 2010.

CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE MATEMÁTICA VIA PROJETOS DE APRENDIZAGEM

Por

Eduardo Britto Velho de Mattos

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática para a Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso – Orientador, UFRGS

Prof.^a. PhD. Maria Paula Gonçalves Fachin, UFRGS

Prof. PhD. Francisco Egger Moellwald, UFRGS

Prof. Pós-Dr. Crediné Silva de Menezes, UFES

Porto Alegre, 27 de outubro de 2010.

DEDICATÓRIA

À fase dos Porquês, a qual externa a curiosidade da criança e felizmente todos vivenciamos.

A todos os alunos, os quais constituem a razão desta Dissertação.

À minha família, porque eu os amo.

Agradecimentos

À Direção, colegas e alunos da E.M.E.F. Paul Harris, os quais acreditaram e apropriaram-se da proposta desta dissertação e reestruturaram o currículo da escola a partir do desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem e da construção de um novo plano pedagógico para a escola. Um especial agradecimento à colega, parceira e amiga Renata Schramm Lanfermann, que dedica-se em tempo integral a qualificar o trabalho com Projetos de Aprendizagem na E.M.E.F. Paul Harris.

À Vithórya Kátrhin Chagas, a qual tornou-se uma aluna apaixonada por aprender via Projetos de Aprendizagem e uma amante fiel das investigações sobre o universo, e aos seus pais Marco e Cátia, que foram conquistados pelos trabalhos desenvolvidos pela Vithórya e defendem a proposta de Projetos de Aprendizagem em variados momentos e espaços.

Ao meu amigo, professor e orientador Marcus, o qual me acompanha deste os anos iniciais da graduação e contribuiu imensamente na minha formação profissional. Entre muitas outras contribuições foi quem me apresentou os Projetos de Aprendizagem.

Aos colegas do CAp/UFRGS, em especial aos do Projeto Amora, que foram parceiros e contribuíram na minha formação prática de orientação a Projetos de Aprendizagem. Os represento na figura da incansável e *pós-doutora* em Projetos de Aprendizagem Rosália Procasko Lacerda.

À professora Léa da Cruz Fagundes e a todos os colegas do LEC/UFRGS, pelo carinho e imensa contribuição na minha formação teórica e prática. Entre muitas outras colaborações, destaco a Léa como a responsável por me apresentar a obra de Jean Piaget e, com muita paciência, explicá-la. As minhas leituras e releituras atuais levam-me a lembrar intensamente daquelas nossas aulas.

Ao colega e amigo Anuar Daian de Moraes, com quem compartilhei os momentos iniciais de estudos sobre Projetos de Aprendizagem e Piaget. Muito debatemos para compreender o que fazíamos e aprendíamos. Bons tempos e excelentes parcerias, as quais represento no *Anuar_com_u*.

Aos colegas e professores da licenciatura em matemática e do mestrado profissional em ensino de matemática desta universidade, por me conduzirem até aqui.

À minha família, que me deu suporte e apoio irrestrito em todos os momentos da minha vida, fornece exemplos de pessoas íntegras e apaixonadas por viver e conhecer e demonstram-me amor incondicional.

Pai (*Roberto*), Mãe (*Ruth*), Irmãos (*Ricardo e Daniel*), Cunhadas (*Milena e Deise*), Pedro (*Sobrinho*), Simone (*meu amor*), Bruna, Eduarda e Gabriela (*minhas novas filhas*):

Eu amo vocês!

Apresentação

Ao idealizar a construção desta dissertação, foi constante em meus pensamentos o desejo de investigar o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem e a aprendizagem de matemática. Esteve sempre presente em mim a intenção de fortalecer – ainda mais – o vínculo da área de matemática com a prática de Projetos de Aprendizagem e o sonho em participar – um dia – da reestruturação de uma escola e da construção de um currículo guiado pela investigação como estratégia pedagógica.

Passados alguns anos do início desta construção vejo o sonho tornar-se realidade.

Nesta dissertação apresento a minha investigação sobre Projetos de Aprendizagem nas aulas de matemática de uma turma da sexta série do ensino fundamental e as repercussões deste trabalho dentro da E.M.E.F. Paul Harris e do município de São Leopoldo.

Talvez inspirado nas Perguntas Iniciais que impulsionam todo Projeto de Aprendizagem, no método clínico utilizado por Jean Piaget ou na fase dos porquês, iniciei cada capítulo desta dissertação expondo o conjunto de questões a que ele deve responder. Essa prática foi muito útil para a minha organização de ideias e objetivos de cada capítulo e evitou desvios excessivos no texto.

No primeiro capítulo – Introdução – exponho ao leitor a proposta inicial desta dissertação, a minha trajetória acadêmica e profissional até o ingresso neste curso de mestrado profissional – a qual começa a justificar o meu desejo em ampliar a investigação sobre Projetos de Aprendizagem – e breves comentários sobre a aprendizagem por projetos.

No segundo capítulo – Contexto e Questão de Investigação – apresento uma caracterização dos jovens da sociedade atual (e dos sujeitos desta investigação) em relação a sua interação com as tecnologias digitais e com as suas aprendizagens (entre elas, e em especial, as de matemática) e concluo levantando os questionamentos que finalmente justificam a escrita desta dissertação.

O terceiro capítulo – Fundamentos – busca resolver três questões centrais para esta dissertação, as quais dizem respeito à definição de Projetos de Aprendizagem, aos processos de aprendizagem da criança e do adolescente e à constituição de um possível currículo tradicional de matemática para uma turma de sexta série do ensino fundamental a ser confrontado com o conjunto de aprendizagens conceituais de matemática advindas do desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem pelos alunos nas suas aulas de matemática.

No quarto capítulo – Proposta de trabalho – apresento os métodos, as técnicas e os procedimentos utilizados para resolver o problema de pesquisa proposto, relato a experiência realizada e discuto a construção de uma *coluna vertebral* para o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem.

No quinto capítulo – Análise dos dados – apresento os Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos da turma que participou do experimento e analiso as aprendizagens de matemática de três destes grupos à luz da teoria exposta nos capítulos precedentes.

No sexto capítulo – Conclusões e repercussões – resolvo as questões de investigação propostas, com base na análise realizada no capítulo 5, exponho importantes repercussões deste trabalho – entre elas a reestruturação curricular da E.M.E.F. Paul Harris, do município de São Leopoldo – e finalizo com novos questionamentos que me proponho a partir desta investigação.

Em seguida, passo aos apêndices desta dissertação, onde está o *produto* que é exigido de uma dissertação de um mestrado profissional. Optei por organizá-lo em dois apêndices, no entanto, antes deles, construí o apêndice A, dedicado ao leitor que anseia por uma definição de Projeto de Aprendizagem antes de embarcar na leitura integral deste texto.

No apêndice B exponho aspectos teóricos que justificam o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem na educação. Este material consiste em um apanhado de extratos teóricos sobre Projetos de Aprendizagem para o educador que deseja embasar a sua prática pedagógica de Projetos de Aprendizagem sem a necessidade de leitura integral desta dissertação.

No apêndice C proponho um conjunto de atividades possíveis para o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com uma ou várias turmas de alunos. Tais atividades foram acrescidas de ilustrações de trabalhos realizados por alunos para facilitar a sua utilização por educadores que desejam iniciar o trabalho com Projetos de Aprendizagem. O conjunto de atividades proposto, por óbvio, pode e deve ser adaptado e reformulado pelo educador em função da sua realidade pessoal, de escola e de alunos, entre outros.

Compõe, ainda, esta dissertação, além das referências, uma seleção de reportagens curiosas extraídas da revista Ciência Hoje das Crianças – em Anexo –, as quais fazem parte de uma das atividades sugeridas no apêndice C.

Finalizo esta apresentação desejando uma boa leitura e com a expectativa de novas contribuições, pensamentos e construções de propostas para a aprendizagem de alunos.

RESUMO

Nesta dissertação desenvolvemos e analisamos uma proposta de ensino-aprendizagem de matemática para alunos de sexta série do ensino fundamental, com base nas pesquisas e inovações realizadas no Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEC/UFRGS) – com a coordenação da professora Léa da Cruz Fagundes – e nas experiências desenvolvidas no Projeto Amora do Colégio de Aplicação dessa universidade (Projeto Amora/CAP/UFRGS), todas focadas no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com uso dos recursos digitais oferecidos pelas novas tecnologias de informação e comunicação e à luz da teoria psicogenética de Jean Piaget. Na proposta, alunos da sexta série do ensino fundamental desenvolvem Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica das aulas de matemática e, com eles, constroem as suas aprendizagens de matemática. Por consequência, o currículo de matemática desses alunos é constituído pelas construções conceituais de matemática impulsionadas pelo desenvolvimento dos seus Projetos de Aprendizagem. Analisamos as aprendizagens de matemática dos alunos envolvidos nesta investigação e comparamos com as sequências curriculares tradicionalmente propostas para a mesma etapa escolar, concluindo que as construções conceituais de matemática via Projetos de Aprendizagem superam as listas de conteúdos tradicionalmente propostas. Analisamos, também, se a proposta contribui para uma mudança de postura e atitude dos alunos frente à matemática e à aprendizagem escolar. Concluímos que os alunos desenvolvem uma postura investigativa e passam a utilizá-la ao encarar os desafios matemáticos e que as suas atitudes são positivas, demonstrando alegria e realização ao aprender matemática. Expomos, por fim algumas repercussões deste estudo, entre elas a reestruturação curricular das séries finais do ensino fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Paul Harris de São Leopoldo/RS, a qual passou a desenvolver Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica vinculada a todas as áreas de conhecimento privilegiadas pela escola. Os resultados decorrentes deste estudo apresentam possibilidades de aplicação em diversas áreas de conhecimento e etapas letivas. Com o objetivo de amplificar essas repercussões, construímos um conjunto de orientações e sugestões para o desenvolvimento de Projetos de aprendizagem, o qual poderá ser utilizado por educadores sem a necessidade de recorrer a qualquer outra parte desta dissertação.

Palavras-chave: Projetos de Aprendizagem, Aprendizagem de matemática, Construtivismo, Currículo.

ABSTRACT

In this dissertation we developed and analyzed a proposal of mathematics teaching-learning to the sixth grade pupils of the Basic Teaching, based on the search and innovations realized in the Laboratory of Cognitive Studies of the *Federal University of Rio Grande do Sul (LEC/UFRGS)* – under the coordination of Professor *Léa da Cruz Fagundes* – and on the experiences developed by the *Amora* Project of the *Aplicação* School, of this University (*Amora Project/CAP/UFRGS*), all focused in the development of Learning Projects, using the digital resources offered by the new technologies of information and communication and an overall view of the psychogenetic theory of Jean Piaget. In the proposal, students of the sixth grade of the basic teaching developed Learning Projects as a Pedagogic Strategy for the mathematics classes and, with them, the students will build their own mathematics learning. Consequently, the mathematics curriculum of these students are constituted by the conceptual constructions of mathematics driven by the development of their Learning Projects. We analyzed the students' mathematics learning involved in this investigation, and compared with the curricular sequences traditionally proposed for the same school stage, concluding that mathematics conceptual constructions by learning Projects surpass the lists of contents traditionally proposed. We also analyze, if the proposal contributes to a change of posture and attitude of the students towards mathematics and the school learning. We came to the conclusion that the pupils develop an investigative posture and start to use it while facing the mathematical challenges and that their attitudes are positive, demonstrating joy and realization while learning mathematics. Finally, we expose some repercussions of this study, like the school curriculum restructuration in the final grades of the basic teaching in the Municipal School of Fundamental Teaching – *Paul Harris* in *São Leopoldo/RS*, which started to develop Learning Projects as Pedagogic Strategy linked to all the knowledge areas privileged by the school. The results deriving from this study, presents, means of application in several areas of knowledge and school stages. With the objective to amplify these repercussions, we build a set of orientation and suggestions for the development of Learning Projects, which will be able to be used by educators without the necessity of resorting to any other part of this dissertation.

Keywords: Learning Projects, mathematics Learning, Constructivism, Curriculum.

RESUMEN

En esta tesis desarrollamos y analizamos una propuesta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para los estudiantes de sexto grado de la escuela primaria (enseñanza fundamental básica), basada en las investigaciones e innovaciones realizadas en el Laboratorio de Estudios Cognitivos de la *Universidad Federal de Rio Grande do Sul* (LEC/UFRGS) – con la coordinación de la profesora *Léa da Cruz Fagundes* – y en las experiencias desarrolladas en el proyecto *Amora* del Colegio de *Aplicação* de esta universidad. (*Proyecto Amora/Cap/UFRGS*), todas enfocadas en el desarrollo de Proyectos de aprendizaje con el uso de los recursos digitales que son ofrecidos por las nuevas tecnologías de Información y Comunicación y a la luz de la *teoría psicogenética* de *Jean Piaget*. En la propuesta, alumnos del sexto grado de la enseñanza primaria desarrollan Proyectos de Aprendizaje como una estrategia pedagógica de las aulas de matemáticas y, con ellos, construyen sus aprendizajes de matemática. En consecuencia, el curriculum de matemáticas de estos alumnos se constituye por las construcciones conceptuales de matemática impulsadas por el desarrollo de sus Proyectos de Aprendizaje. Analizamos los aprendizajes de matemáticas de los estudiantes implicados en esta investigación, y comparamos con las secuencias curriculares propuestas tradicionalmente para el mismo nivel escolar, concluyendo que las construcciones conceptuales de matemática por la vía de Proyectos de Aprendizaje superan a las listas de contenidos tradicionalmente propuestos. También hemos analizado si la propuesta contribuyó para un cambio de postura y actitud de los alumnos frente a la matemática y al aprendizaje escolar. Se concluyó que los estudiantes desarrollan una actitud de investigación y empezaron a usarla para hacer frente a los desafíos matemáticos, y sus actitudes son positivas demostrando alegría y realización con el aprendizaje de las matemáticas. Por fin, exponemos algunas repercusiones de este estudio, tales como la reestructuración curricular de los últimos grados de La enseñanza primaria de La *Escola Municipal de Educação Fundamental Paul Harris de São Leopoldo/RS*, que pasó a desarrollar *Proyectos de Aprendizaje* como estrategia pedagógica vinculada a todas las áreas de conocimiento privilegiadas por la escuela. Los resultados consecuentes de este estudio presentan posibilidades de aplicación en diversas áreas de conocimiento y etapas lectivas. Con el objetivo de amplificar esas repercusiones, construimos un conjunto de orientaciones y sugerencias para el desarrollo de Proyectos de aprendizaje, que podrá ser utilizado por educadores sin la necesidad de recurrir a cualquier otra parte de esta disertación.

Palabras-clave: Proyectos de Aprendizaje, Aprendizaje de matemática, Constructivismo, Curriculum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	“Eu odeio matemática” – Google	33
Figura 2.2	“Eu odeio matemática” – ORKUT	34
Figura 2.3	“Eu amo matemática” – Google	35
Figura 2.4	“Eu amo matemática” – ORKUT	36
Figura 5.1	Página inicial do Projeto de Aprendizagem <i>Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?</i>	95
Figura 5.2	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de volume	98
Figura 5.3	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de área	98
Figura 5.4	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de velocidade	100
Figura 5.5	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de comprimento	102
Figura 5.6	Página inicial do Projeto de Aprendizagem <i>Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?</i>	103
Figura 5.7	Página produzida pelas alunas sobre a pesquisa de opinião realizada	105
Figura 5.8	Gráfico de setores produzido a partir da pesquisa de opinião sobre a influência da moda	108
Figura 5.9	Página inicial do Projeto de Aprendizagem <i>Como surgiu o universo?</i>	110
Figura 5.10	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de medidas	112
Figura 5.11	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de proporção	116
Figura 5.12	Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de porcentagem	117
Figura Ap-C.1	Primeira versão do Mapa Conceitual	186
Figura Ap-C.2	Mapa Conceitual construído em papel	187
Figura Ap-C.3	Primeira versão do Índice	188
Figura Ap-C.4	Página Inicial de um Projeto de aprendizagem	191
Figura Ap-C.5	Síntese 1: conceitos que aprendi	192

Figura Ap-C.6	Síntese 1: relações que estabeleci	193
Figura Ap-C.7	Síntese 1: o que preciso pesquisar e fazer para a próxima aula	193
Figura Ap-C.8	Segunda versão do Mapa Conceitual	196
Figura Ap-C.9	Segunda versão do índice	196
Figura Ap-C.10	Síntese 2: conceitos que aprendi	198
Figura Ap-C.11	Síntese 2: saída de campo e pesquisa de opinião	199
Figura Ap-C.12	Síntese 2: relações que estabeleci	200
Figura Ap-C.13	Síntese 2: o que preciso pesquisar e fazer para a próxima aula	200
Figura Ap-C.14	Versão final do Mapa Conceitual e página inicial do website	202
Figura Ap-C.15	Versão final do índice e relações com as áreas de conhecimento	203
Figura Ap-C.16	Versão final do índice	204
Figura Ap-C.17	Mostra de Projetos	206

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Ensino por Projetos X Aprendizagem por Projetos	48
Tabela 3.2	Projetos de Ensino X Projetos de Aprendizagem	49
Tabela 3.3	Projetos de Trabalho X Projetos de Aprendizagem	53
Tabela 3.4	Síntese dos conceitos e conteúdos de matemática propostos pelos PCN para o terceiro ciclo	70
Tabela 3.5	Separação seriada dos conceitos e conteúdos de matemática propostos pelos PCN para o 3º ciclo	71
Tabela 3.6	Eixo básico de conhecimentos proposto pela SMED-SL para a 6ª série do ensino fundamental	72
Tabela 3.7	Síntese dos conteúdos propostos nos planos de estudos de matemática para a 6ª série do ensino fundamental	72
Tabela 3.8	Síntese dos conceitos e conteúdos propostos em livros didáticos para a 6ª série do ensino fundamental	73
Tabela 3.9	Currículo síntese para uma sexta série do ensino fundamental	74
Tabela 5.1	Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos	94
Tabela 5.2	Síntese dos conceitos de matemática estudados pelos alunos ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem	120
Tabela 6.1	Currículo síntese para uma sexta série do ensino fundamental X Matemática tratada via Projetos de Aprendizagem nesta investigação	126
Tabela Ap-B.1	Ensino por Projetos X Aprendizagem por Projetos	164
Tabela Ap-B.2	Projetos de Ensino X Projetos de Aprendizagem	165

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução	15
1.1 Trajetória acadêmica e profissional	16
Capítulo 2 – Contexto e Questão de Investigação	21
2.1 Homo Zappiens: o sujeito da sociedade da informação e da comunicação	21
2.2 Sujeitos da investigação: Homo Zappiens genuínos	28
2.3 Problema de pesquisa	30
2.3.1 Questões de investigação	38
Capítulo 3 – Fundamentos	39
3.1 Projetos de Aprendizagem	40
3.1.1 Projetos de Aprendizagem X Projetos de Ensino	45
3.1.2 Projetos de Aprendizagem X Projetos de Trabalho	49
3.2 Uma perspectiva piagetiana de aprendizagem	54
3.3 Campos conceituais e a aprendizagem de matemática	62
3.4 Construção de um currículo de matemática para uma sexta série	66
Capítulo 4 – Proposta de trabalho	75
4.1 Método de Pesquisa	75
4.2 Experiência proposta	77
4.2.1 Passos essenciais ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem	78
4.2.2 Cronograma de atividades proposto	84
Capítulo 5 – Análise dos dados	93
5.1 “Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?”	95
5.2 “Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?”	103
5.3 “Como surgiu o universo?”	110

5.4 Síntese das aprendizagens de matemática	119
Capítulo 6 – Conclusões e repercussões	122
6.1 Questões de investigação	123
6.1.1 “Aprende-se matemática a partir de Projetos de Aprendizagem?”	124
6.1.2 “As aprendizagens de matemática oriundas de pesquisas de Projetos de Aprendizagens podem ser aprofundadas de modo a sustentar a aprovação de alunos da sexta para a sétima série do ensino fundamental?”	124
6.1.3 “Como são a postura e as atitudes dos alunos que aprendem matemática a partir de Projetos de Aprendizagem frente à matemática?”	127
6.1.4 “Qual é a relação do aluno com a sua aprendizagem escolar ao desenvolver Projetos de Aprendizagem?”	128
6.2 Repercussões	133
6.3 Perspectivas	140
Referências	143
Apêndices	147
Apêndice A – O que são Projetos de Aprendizagem?	148
Apêndice B – Aspectos teóricos que justificam o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem	150
Apêndice C – Conjunto de atividades sugeridas para uma edição de Projetos de Aprendizagem	173
Anexos	209
Anexo A – Seleção de reportagens curiosas extraídas da revista Ciência Hoje das Crianças	210

Capítulo 1 – Introdução

- O que será esta dissertação?
- Quem a esta propondo?
- Projetos de Aprendizagem são todas as propostas que levam os alunos a aprender?

A proposta desta dissertação consiste em provocar e desafiar o leitor a experimentar uma nova estrutura curricular que implemente o trabalho com Projetos de Aprendizagem vinculados ao ensino-aprendizagem de matemática na educação básica. Para tanto, será inicialmente exposta essa nova proposta metodológica e confrontada com os tradicionais Projetos de Ensino e com os Projetos de Trabalho defendidos por Hernández e Ventura (1998). Em seguida, traremos uma experiência de Projetos de Aprendizagem realizada nas aulas de matemática de uma turma de sexta série de uma escola pública da rede municipal de ensino de São Leopoldo/RS e nos apoiaremos na teoria psicogenética de Jean Piaget, na teoria dos campos conceituais de Vergnaud e em estudos sobre as novas tecnologias na educação para analisar a validade e eficácia desse método de ensino. Finalizaremos relatando algumas repercussões já proporcionadas por este trabalho e convidando o leitor a utilizar-se dos resultados aqui obtidos e levá-los a sua sala de aula. Com o intuito de facilitar a prática do educador que aceitar esse desafio proporemos um instrumento que auxilie o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem.

Nestes dois primeiros capítulos, entretanto, vamos situar o leitor sobre a caminhada acadêmica e profissional do autor, a qual resultou na propositura deste estudo; quem são os

alunos que desenvolveram Projetos de Aprendizagem nas aulas de matemática como estratégia pedagógica para as suas aprendizagens conceituais e procedimentais de matemática; e a questão que norteia a presente investigação.

1.1 Trajetória acadêmica e profissional

No ano 2000 ingressei no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS –, nesse momento iniciei (ainda que sem saber) a minha preparação para hoje propor um problema de pesquisa sobre Projetos de Aprendizagem e convidar outros educadores a apropriarem-se desta nova proposta didática e também a experimentarem nas suas aulas.

Primeiramente, observemos o Plano Pedagógico desse curso. Nele está destacado que as mudanças implementadas desde 1993, as quais estão em consonância com as atuais orientações das Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores da Educação Básica, apontam a **pesquisa como eixo articulador** entre a construção do conhecimento específico e a prática pedagógica.

Definem, ainda, o perfil do profissional que se espera formar:

- um professor que apresente domínio dos **conteúdos matemáticos**;
- domine a tecnologia **informática**;
- seja um **pesquisador**;
- seja “um **agente de transformação** dentro de sua escola, **questionando os programas e as sequências de ensino** vigentes” (IM/UFRGS, 2004, p.9, grifo nosso); e

– tenha “competências para **desenvolver pesquisa na [...] sala de aula**, tomando o **aluno como sujeito da aprendizagem**” (IM/UFRGS, 2004, p.10, grifo nosso).

Desse modo, passei a compor um grupo que necessariamente experimentaria – nos papéis de estudante e de professor –, estudaria e discutiria estratégias didáticas que fossem ao encontro desses preceitos. Esperava-se, então, que eu utilizasse a pesquisa e a tecnologia informática na sala de aula, tomasse o aluno como sujeito da aprendizagem e questionasse os programas e sequências de ensino vigentes. Deveria, assim, propor uma nova estratégia pedagógica que se apoiasse nas novas tecnologias na educação e possibilitasse a pesquisa em sala de aula para a aprendizagem de matemática. Eis os Projetos de Aprendizagem.

Conforme anunciado inicialmente, discutiremos essa proposta no terceiro capítulo, no entanto é possível caracterizar brevemente os Projetos de Aprendizagem¹ como pesquisas nas quais os alunos formulam questões de investigação e, a partir delas e de negociações com o professor orientador, investigam e constroem o seu conhecimento.

Além do Plano Pedagógico, o Instituto de Matemática esteve envolvido no período 2000-2003 em dois projetos diretamente relacionados com Projetos de Aprendizagem, quais sejam:

– O Projeto “Um ambiente de apoio à pedagogia de Projetos de Aprendizagem”, no qual objetivava-se o desenvolvimento de um ambiente interativo que apoiasse a construção cooperativa de conhecimento e suportasse, facilitasse e se adaptasse às diferentes situações de aprendizagem proporcionadas pela pedagogia de Projetos de Aprendizagem; e

– O Programa ECSIC – Escola, Conectividade e Sociedade da Informação, com o qual pretendia-se

disseminar os modelos ou protótipos de inovação curricular desenvolvidos e testados pelo Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do

¹ Ao leitor que não conhece a proposta de Projetos de Aprendizagem e gostaria de uma definição mais aprofundada deles antes de seguir a leitura desta dissertação, apresento duas sugestões: (i) partir para a página 40, na qual trato de Projetos de Aprendizagem; e (ii) partir para o apêndice A (pág. 148), no qual construí uma definição de Projeto de Aprendizagem dedicada a esse leitor.

Sul, em função das necessidades de transformação do modelo de Escola da Sociedade Industrial para um novo modelo: o da Escola que vai formar o cidadão da Sociedade da Informação e da Sociedade do Conhecimento. (FAGUNDES, NEVADO E BASSO, 2001, p.35)

No segundo, inclusive, atuei como bolsista durante o ano de 2003 e participei de um grupo de pesquisa – coordenado pela professora doutora Rosane Aragón de Nevado – sobre o Programa ECSIC nos anos de 2004 e 2005. Tratamos, naquela pesquisa, de analisar o impacto do Programa na prática pedagógica dos professores das escolas participantes.

O Programa ECSIC, cabe destacar, foi um programa da Pró-Reitoria de Extensão desta universidade – PROEXT/UFRGS, desenvolvido pelo Laboratório de Estudos Cognitivos – LEC/UFRGS, pelo Instituto de Matemática – IM/UFRGS e pela Faculdade de Educação – FACED/UFRGS. Foi realizado nos anos de 2003 e 2004 em parceria com a Prefeitura de Porto Alegre e teve a coordenação do professor doutor Marcus Vinicius de Azevedo Basso e da professora doutora Rosane Aragón de Nevado, além de contar com a contribuição da professora doutora Léa da Cruz Fagundes, enquanto coordenadora do LEC/UFRGS e participante ativa dos trabalhos e orientações realizados.

Além disso, desde o ano 2000 o Instituto de Matemática mantém uma parceria com o Colégio de Aplicação/UFRGS, inicialmente com atividades junto ao Projeto Amora² e atualmente com todas as turmas das séries finais do ensino fundamental e do ensino médio. A partir de 2001 passei a integrar essa equipe parceira, atuando como um dos professores das Assessorias de Matemática e de Interação Virtual³ do Projeto Amora. Em seguida, de 2003 a

2 O Projeto Amora traz uma proposta de reestruturação curricular, na qual aluno e professor desenvolvem uma postura de investigação seja, o primeiro, como autor de um projeto de aprendizagem, seja, o segundo, como mediador e pesquisador do processo de aprendizagem. Tais mudanças requerem uma maior flexibilização da grade curricular, de modo a não hierarquizar as áreas do conhecimento envolvidas e a considerar dois aspectos na construção deste currículo: os temas, conceitos ou noções emergentes dos projetos de investigação escolhidos pelos alunos e os projetos de ensino dos especialistas de variadas áreas. Pode-se conhecer o projeto no sítio amora.cap.ufrgs.br.

3 As Assessorias de Matemática e de Interação Virtual propõem atividades que visam a aprendizagem específica de matemática e de recursos de informática agregados a conceitos matemáticos, todas desenvolvidas a partir de demandas originadas nos Projetos de Aprendizagem dos alunos e suas dúvidas específicas de matemática. São oferecidas a pequenos grupos de alunos, no entanto todos os alunos do Projeto Amora participam semanalmente das Assessorias.

2005, passei a atuar como professor do Projeto Amora. Neste momento, iniciei minha caminhada mais íntima com Projetos de Aprendizagem, passando a orientar diferentes grupos de pesquisa e a preocupar-me constantemente em descobrir como a matemática contribuía e estava envolvida com os diversos assuntos estudados. Foi um momento de especial estudo sobre Projetos de Aprendizagem já que por cerca de dois anos e meio estive diariamente tratando deles com os alunos e com um grupo de 13 professores.

Em 2006 assumi como professor concursado do município de São Leopoldo e conseqüentemente o meu trabalho diário com Projetos de Aprendizagem seria suspenso, ao menos inicialmente, já que eu estava entrando em novas escolas que possivelmente não cogitassem tal proposta. Por outro lado, nesse momento surgiu o Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação na Promoção da Aprendizagem promovido pelo Instituto de Matemática da UFRGS – em parceria com o LEC/UFRGS e FAGED/UFRGS, no qual atuei como tutor durante o ano de 2006 e início de 2007. Segundo Basso et al. (2006), este curso a distância teve por objetivo qualificar professores para atuarem como multiplicadores do uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação na Educação, privilegiando a aprendizagem baseada na construção cooperativa de conhecimento, tendo como eixo central o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem interdisciplinares com o uso da telemática.

Ainda durante o ano de 2006 participei de uma Experiência de Aprendizagem Colaborativa (EAC) a distância promovida pelo Instituto Ayrton Senna (IAS) intitulada Avaliando Projetos de Aprendizagem. Nessa experiência interagi com educadores de diferentes estados brasileiros, discutindo e estudando: Projetos de Aprendizagem; avaliação; o desenvolvimento de competências e habilidades no processo de aprendizagem dos alunos; e indicadores que pudessem nortear uma avaliação por competências nos Projetos de Aprendizagem.

Ao final do ano, decidi realizar seleção para ingresso no mestrado profissional em Ensino de Matemática acreditando que esse seria um curso que contribuiria, entre outros, com o trabalho interdisciplinar de Projetos de Aprendizagem.

Ao analisarmos o Plano Pedagógico do curso (PPGENSIMAT/IM/UFRGS, 2004), observamos que esse mestrado surgiu a partir de reflexões e da preocupação de um grupo de professores do Instituto de Matemática da UFRGS e da Faculdade de Educação da UFRGS com a melhoria do ensino de matemática. Desse modo, assim como a Licenciatura em Matemática, os seus objetivos também iam ao encontro do trabalho com Projetos de Aprendizagem. Vejamos o grupo de princípios que estruturaram essa proposta:

- o estabelecimento de **relações entre os conteúdos da escola básica**;
- o trabalho com as origens e justificativas das noções matemáticas;
- a busca por **relações entre a matemática e as outras ciências**;
- o uso da **informática**;
- o desenvolvimento da **pesquisa em sala de aula**; e
- o uso de **métodos didáticos alternativos**.

Desde então, as minhas experiências e propostas de trabalho com Projetos de Aprendizagem – passadas e atuais – tornaram-se foco de análise sistemática e reformulações a ponto de tornarem-se um problema de pesquisa, estruturarem uma nova proposta pedagógica para a aprendizagem de matemática e, enfim, projetarem essa dissertação de mestrado.

Capítulo 2 – Contexto e Questão de Investigação

- É possível caracterizar os jovens da nossa sociedade atual em relação a sua interação com as tecnologias digitais e as suas aprendizagens?
- Quem são os alunos que participaram da coleta de dados desta dissertação?
- O que se pretende investigar?

2.1 Homo Zappiens: o sujeito da sociedade da informação e da comunicação

Veen e Vrakking (2009) apresentam um jogo de palavras que define de modo simples, porém preciso, os jovens que encontramos na escola e na sociedade atual. Hoje não encontramos mais o *Homo Sapiens*, mas sim a sua evolução: o *Homo Zappiens*.

A geração *Homo Zappiens* é “uma nova espécie que atua em uma cultura cibernética global com base na multimídia” (VEEN; VRAKking, 2009, p.30). Esse jovem “é um processador ativo de informação, resolve problemas de maneira muito hábil, usando estratégias de jogo, e sabe se comunicar muito bem” (VEEN; VRAKking, 2009, p.12).

Observamos que os jovens da sociedade atual exercem nos jogos de computador o modelo que desejam – ou mesmo que necessitam – para as suas vidas. Ao jogar, o jovem deve estar ativo e tomar as rédeas das situações que encontra, ele é desafiado a descobrir caminhos

a seguir, a encontrar soluções e resolver os problemas sozinho para então alcançar o próximo nível.

O constante desafio e a possibilidade de controle do meio constituem a matéria prima para o sucesso dos jogos de computador e o fascínio que eles provocam na geração Homo Zappiens.

A escola por sua vez, não deve ignorar essas mudanças, pelo contrário, são necessárias inovações nos modelos didáticos e propostas de ensino de modo a atender as demandas e fazer uso das potencialidades da geração que se apresenta.

Na visão do Homo Zappiens, a escola está caminhando na direção inversa da evolução apontada por Veen e Vrakking (2009). Para os jovens dessa geração, não há mais sentido no modo como as escolas atuam em suas vidas. Os conteúdos, as tarefas, as formas e os meios de interação e comunicação e as fontes de informação são muito pobres e altamente artificiais para o Homo Zappiens, sendo, assim, contraproducente para a sua aprendizagem.

O modelo atual de escola, no qual a tarefa docente consiste em ensinar uma sequência de conteúdos pré-estabelecidos para formar um padrão de aluno, está centrada no paradigma da transmissão de conhecimento para a formação em massa, o qual enquadra-se plenamente à Sociedade Industrial.

Nesse sentido, Papert (2008) observa que o sistema educacional vigente continua bastante comprometido com a filosofia de educação do final do século XIX e início do século XX. Ao educador atual incumbe a tarefa de romper com essa tradição.

Esse modelo – que hoje debatemos e questionamos –, entretanto, teve o seu momento histórico e foi fundamental para o progresso da sociedade. A Sociedade Industrial trouxe inovações na produção e no uso de máquinas, ferramentas e energia, bem como a formação de trabalhadores especializados, especialmente voltados para a produção em série.

Uma metáfora que retrata a organização e os ideais da Sociedade Industrial é a **metáfora da máquina**. Segundo Figueiredo (2002, p.1)

Os valores então reinantes eram os de um glorioso mundo mecanizado, que Frederick Taylor transformou em forma de organização ideal. Ser perfeito, nesses tempos, era operar como uma máquina. Perseguindo esse ideal de perfeição, as fábricas de então transformaram-se em máquinas, e os trabalhadores em peças dessas máquinas, como tão bem retratou Charlie Chaplin, no seu famoso filme Tempos Modernos.

Nesse contexto, podemos imaginar que o papel da escola era o de moldar essas peças. As escolas, então, transformaram-se “em linhas de montagem para a produção massificada dos recursos humanos destinados a alimentar a Sociedade Industrial”(FIGUEIREDO, 2002, p.1).

Figueiredo (2002) aponta alguns exemplos do paradigma mecanicista da Sociedade Industrial que encontramos ainda hoje nas escolas. Vemos a organização em filas, a campainha que indica a troca de período, a instrução de ouvir e responder, os conteúdos fora de contexto junto às disciplinas artificialmente separadas, a memorização e reprodução de saberes sem aplicação visível, a competição e os currículos nacionais rígidos, entre outros.

Papert (2008) apresenta essa trágica característica educacional supondo dois grupos de viajantes no tempo: um de cirurgiões e um de professores, ambos vindos de ao menos um século atrás. Os primeiros, ao entrar em uma sala de cirurgia de um moderno hospital, ficariam espantados com os novos instrumentos e técnicas utilizados. Poderiam, talvez, supor qual seria o órgão operado, no entanto as incertezas seriam tantas que não saberiam o que estaria sendo feito. Por outro lado, os professores viajantes reagiriam de modo bastante diferente ao entrarem em uma sala de aula. Talvez encontrassem alguns objetos estranhos e técnicas diferentes, contudo saberiam exatamente o que estaria ocorrendo e poderiam facilmente assumir a classe.

Vivemos hoje na Sociedade da Informação e da Comunicação; é visível, portanto, que a metáfora da máquina não pode mais inspirar a educação. Segundo Lucci (2001), o trabalho físico, nessa nova era, é feito pelas máquinas e o mental já pelos computadores. Desse modo, cabe ao homem a tarefa de **ser criativo e ter ideias**.

A escola atual deve se inspirar nessas premissas.

Parece claro que o sujeito da sociedade da informação e da comunicação não consegue mais se engajar à escola que forma para a sociedade industrial. Segundo Landry (2002), a organização taylorista do trabalho – enquadrada na escola como: eu conheço, você escuta – resistiu até aqui, no entanto, hoje “já não basta saber para exercer uma atividade, [...] é preciso também ser capaz de resolver problemas por sua própria iniciativa e de aprender ao longo de toda a vida” (LANDRY, 2002, p.120).

A escola que conhecemos passou, então, a ser um apêndice na vida do estudante.

Segundo Veen e Vrakking (2009), esse estudante nasceu e cresceu em meio a grandes mudanças e em uma época de abundância de informações; desse modo, desenvolveu estratégias eficazes de comunicação, cooperação e tratamento da informação. Sendo assim, ele está acostumado à colaboração, à investigação e à experimentação e o sistema escolar tradicional parece-lhe – e de fato tornou-se – extremamente pobre: poucas fontes de informação; situações lineares; explicações aparentemente lentas e detalhadas demais; foco na reprodução de informações; usos artificiais das novas tecnologias telemáticas; e obrigatoriedade de um papel passivo do aluno. Para o Homo Zappiens a escola está fora do mundo real.

O Homo Zappiens exige **uma escola diferente**:

– Durante as suas atividades diárias ele recebe e lida com uma avalanche de informações de variadas fontes e deve selecioná-las, avaliando a sua relevância e o seu nível de confiabilidade, para então organizá-las segundo suas necessidades. A sua escola deve estruturar-se com **amplas fontes de informações**.

– Eles gostam de estar imersos em situações nas quais não sabem por onde começar e nem como agir. A sua escola não pode ser linear, mas sim envolver **situações complexas e desafiadoras**.

– Ao receberem perguntas estão acostumados a dar respostas rápidas, com poucas palavras. O Homo Zappiens vai direto ao ponto, buscando expressar o núcleo da resposta. A sua escola deve permitir uma **visão inicial do todo** a partir de informações pontuais e, em seguida, a **escolha negociada dos detalhes a serem explorados** pelos aprendizes, a sua escola deve permitir a **investigação**.

– Eles estão acostumados a inovar, criar estratégias, formular perguntas e resolver problemas inéditos (por exemplo ao jogar e interagir em um jogo de computador e buscar o avanço a um próximo nível) e não a ler manuais, seguir passos, observar recomendações externas e reproduzir informações desconectadas aos seus problemas. A sua escola deve **estimular a criatividade** do Homo Zappiens.

– A internet e a tecnologia digital estão entremeadas com a geração Homo Zappiens. Como os jovens convivem com ela desde que nasceram eles têm a impressão de que os recursos multimídia e a internet estarão sempre disponíveis. Do mesmo modo, as inovações tecnológicas não causam medo ou apreensões nas nossas crianças. Assim, a sua escola deve possibilitar **acesso criativo e inovador ao computador, à internet e aos demais recursos multimídia**.

– O Homo Zappiens aprende muito mais, e melhor, quando pode administrar a sua aprendizagem. Os jogos têm o seu sucesso devido, também, ao fato de que os jogadores

tomam as rédeas e coordenam as situações problemáticas com que se deparam. Assim, “o Homo Zappiens tornou-se um processador ativo de informações e alguém que sabe como resolver problemas” (VEEN; VRAKING, 2009, p. 46). A sua escola deve aceitar e exigir **alunos ativos, criativos e que tomem a frente da suas aprendizagens.**

Os alunos dessa nova escola, acreditamos, desenvolvem Projetos de Aprendizagem.

Essa nova escola, ao privilegiar a investigação, as escolhas e a criatividade dos aprendizes, desenvolvendo Projetos de Aprendizagem, atende os preceitos de Freire (2005, p.86) e Piaget (2007, p.15) sobre como ela deve ser estruturada.

O primeiro levanta que a escola deve

estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de respostas a perguntas que não foram feitas.

O segundo afirma que se deve dar especial atenção à

pesquisa espontânea da criança ou do adolescente e exigindo-se que toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida.[...] o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas.

Além disso, as características investigadoras e criativas dessa nova escola satisfazem Papert, uma vez que o autor afirma: “sempre ansiei [...] por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento” (PAPERT, 2008, p.27).

Ramal (2002) também observa nos mais jovens – na geração Homo Zappiens – características mais ativas e criativas, voltadas à descoberta, à experimentação e à exploração em relação ao que lhe é apresentado, bem como a sua proximidade com os recursos multimídia e as inovações tecnológicas.

Segundo a autora, o professor transmissor de conteúdos ou de informações será substituído pelo computador e de maneira muito mais interessante, já que podem ser utilizadas animações, cores e sons. Nesse sentido, afirma Ramal (2002, p.189, grifo nosso) que

talvez assim o aluno assumira um papel até mais ativo, buscando por sua conta os temas que deseja aprofundar. Algo excluído há muito tempo do currículo entrará na escola: a própria vida do estudante. Então **caberá ao professor reinventar a sua profissão.**

O professor dessa nova escola não é mais a principal fonte de informação e o transmissor de conteúdos, mas sim um orientador de aprendizagens, um questionador, um estimulador para os seus alunos e um parceiro de pesquisas.

Nesse sentido, com a construção de uma nova concepção de ensino-aprendizagem, espera-se que os ditos *maus alunos* em matemática, mas que são bem sucedidos em outras áreas do conhecimento experienciem aprender matemática com sucesso. Tal expectativa encontra amparo no que afirma Piaget (2007, p.14) sobre as supostas diferenças individuais de aptidão entre alunos:

as supostas aptidões diferenciadas dos 'bons alunos' em matemática [...] consiste principalmente na sua capacidade de adaptação ao tipo de ensino que lhes é fornecido; os 'maus alunos' [...] estão na realidade perfeitamente aptos a dominar os assuntos que parecem não compreender, contanto que estes lhe cheguem através de outros caminhos: são as 'lições' oferecidas que lhes escapam à compreensão, e não a matéria”.

2.2 Sujeitos da investigação: Homo Zappiens genuínos

A presente investigação contou com a participação e colaboração de professores, alunos e comunidade da Escola Municipal de Ensino Fundamental Paul Harris do município de São Leopoldo, na região metropolitana de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul/Brasil.

Os alunos, os quais foram os responsáveis pela produção dos dados que serão analisados nesta dissertação e constituíram a principal motivação para a realização deste trabalho, integravam uma das quatro sextas séries da escola. A turma, denominada 61, era composta por 24 alunos na faixa etária de 11 a 15 anos.

Fui professor de matemática desta turma, assim como das outras três sextas-séries, quatro quintas-séries e duas sétimas-séries da escola. A opção por essa turma deve-se à melhor combinação dos horários livres para agendamento na biblioteca da escola e no EVAM – Espaço Virtual de Aprendizagem Multimídia – com os horários das minhas aulas.

Em relação à escola, é interessante destacar que no mesmo ano que esta investigação foi realizada (2008), foi adotada – após estudos, discussões e reflexões por parte de professores, coordenação pedagógica e equipe diretiva da escola ao longo do ano de 2007 – a isonomia de carga horária, na qual as dez áreas do conhecimento formalmente tratadas na escola (Artes Visuais, Ciências, Educação Física, Ensino Religioso, Filosofia, Geografia, História, Língua Inglesa, Língua Portuguesa e Matemática) passaram a dispor de duas horas semanais de atividade com alunos. Nesta nova perspectiva, portanto, a área de matemática optou por contar com duas horas semanais – e não mais com os cinco períodos de 50 minutos – de trabalhos específicos de matemática com os alunos. Entre outros aspectos levantados em 2007, pretendia-se que, a partir dessa organização, as propostas de ensino-aprendizagem das

diferentes áreas do conhecimento buscassem uma aproximação, de modo a construir aprendizagens interligadas e que as atividades propostas por uma área do conhecimento pudessem apoiar as aprendizagens de outra áreas.

Tinha-se o desejo de caminhar nesse sentido, no entanto, sabia-se que muitas dificuldades seriam encontradas, em especial por dificuldade individuais dos professores em libertar-se das suas amarras disciplinares. Naquele momento de debates (2007), entretanto, não estudamos e nem mesmo cogitamos o trabalho com Projetos de Aprendizagem na escola. Buscávamos um início de trabalho conjunto e interdisciplinar.

Os jovens alunos da turma são genuínos *Homo Zappiens*.

Podemos assim caracterizá-los não apenas pelo fato de terem nascido e crescido nessa nova era – ainda que isso fosse suficiente –, mas também por observações e conversas com eles. Todos eram familiares ao computador; além de utilizá-los na escola desde os anos iniciais, eram frequentadores de bate papos virtuais através do MSN¹ e de sítios de relacionamento como o Orkut². Os jogos de computador ou de vídeo game eram assuntos certos nos grupinhos de conversas, especialmente entre os meninos. As meninas também gostavam de alguns *joguinhos femininos*³ de computador, mas preferiam os bate papos virtuais.

Algumas vezes eles chegavam a fazer pesquisas na internet para trabalhos escolares, mas geralmente elas eram secundárias e, se possível, rápidas. Nesse sentido, Veen e Vrakking (2009, p.56) nos explicam que “se as crianças parecem lidar de maneira superficial com as informações que encontram na internet, devemos perceber que a maior parte do tempo elas coletam informações para suas tarefas escolares”. Complementam que, por serem, muitas vezes, chatas e compulsórias, é compreensível que eles não gostem e não se sintam

1 O MSN Messenger é um programa que permite aos usuários falar com outras pessoas através de conversas instantâneas – síncronas – pela internet.

2 O Orkut é um sítio de relacionamentos sociais que possibilita aos seus membros estabelecerem uma rede de contatos, conhecer pessoas e manter relacionamentos.

3 A expressão “joguinhos femininos” surge de um portal de jogos muito popular entre as meninas da turma: www.jogofemininos.com.br

envolvidos com as tarefas de casa. É natural, assim, que busquem qualquer informação fácil de encontrar e que satisfaça ao professor.

Por outro lado, basta vê-los atuando em fóruns de discussão ou buscando a solução para um problema seu – por exemplo algo relacionado a um dos seus jogos preferidos – que identificamos novamente o Homo Zappiens. Ágeis, dominando a tecnologia necessária e buscando pela informação mais precisa e confiável.

Esperamos que os Projetos de Aprendizagem tragam essas qualidades do Homo Zappiens para a sala de aula⁴.

2.3 Problema de pesquisa

As minhas experiências com Projetos de Aprendizagem, como relatei no capítulo 1, são focadas em aspectos teóricos (estudos, enquanto aluno e cursista, bem como orientações e apoios, enquanto tutor de curso de pós-graduação) e práticos (orientações a pesquisas de professores-cursistas e de alunos da educação básica), todos direcionados a aprendizagens conceituais amplas. Esses conceitos construídos pelos pesquisadores⁵ surgiam como necessários para sanar as suas curiosidades, no entanto, na maioria das vezes⁶, não extrapolavam o contexto dos seus Projetos de Aprendizagem de modo a engajarem-se com os conteúdos disciplinares. Nesses casos, o orientador costumava observar as relações dos conceitos com as áreas do conhecimento, porém pouco disso chegava aos pesquisadores (alunos).

4 A sala de aula, neste estudo, não é considerada apenas como um ambiente com classes, cadeiras, quadro-negro e giz, mas todo o ambiente em que professores e alunos interagem com objetivo de construir conhecimentos.

5 Neste momento dedicarei especial atenção aos Projetos de Aprendizagem desenvolvidos por alunos da educação básica, portanto, os pesquisadores são esses alunos.

6 Posso afirmar ao menos em relação a minha prática como orientador.

Sem dúvida, os alunos tinham muitas aprendizagens relacionadas às diferentes áreas do conhecimento e essas vinham a contribuir de maneira importante com os seus trabalhos e demais aprendizagens escolares. Parece-me, contudo, que essas relações e construções ficavam muito mais visíveis aos professores do que a eles.

Considero isso problemático na medida em que uma significativa parcela dos alunos considerava os Projetos de Aprendizagem excelentes por serem divertidos e por lhes proporcionar um aprendizado de assuntos interessantes⁷, mas manifestavam que pouco aprendiam das matérias escolares. Nesses momentos sempre procurei mostrar aos alunos o quanto as suas aprendizagens envolviam matemática, por exemplo. Infelizmente a palavra mostrar indica novamente que eram minhas construções no papel de orientador e não dos alunos enquanto pesquisadores.

Algumas vezes, as manifestações de alunos indicavam, também, que os Projetos de Aprendizagem eram muito *legais* e que eles adoravam desenvolvê-los, no entanto eram inúteis para a escola. Tais afirmações, não tenho dúvida, são equivocadas e inclusive eram rebatidas por outros alunos que vislumbravam os benefícios que os Projetos de Aprendizagem traziam para as suas vidas escolares. Ainda assim, entendo que manifestações como essas são preocupantes em duas perspectivas: (i) esses alunos não conseguem aproveitar as aprendizagens proporcionadas ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem – tanto teóricas (conceitos das disciplinas escolares) quanto metodológicas (prática de investigação e pesquisa) – nos demais momentos na escola (ou ao menos ainda não tomaram consciência⁸ disso); (ii) as demais atividades desenvolvidas na escola provavelmente não conseguiram utilizar os avanços implementados com os Projetos de Aprendizagem.

7 Não desmereço o fato dos alunos considerarem excelente uma atividade que os leva a aprender, no entanto, considero que é possível – e ainda mais interessante – que o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem leve os alunos a sentir prazer e achar excelente aprender matemática.

8 O conceito piagetiano da Tomada de Consciência será explorado no capítulo 3, seção 3.2.

Enquanto orientador, observei algumas aprendizagens de matemática ocorrerem em função de demandas de Projetos de Aprendizagem, assim como construções de conceitos relacionados à matemática surgirem ao longo dessas pesquisas. Entretanto, a matemática sempre foi pouco aprofundada pelos alunos. Provavelmente as falhas estivessem na prática da orientação.

Com isso, surge a primeira parte do meu problema de pesquisa:

É possível aprender matemática a partir de Projetos de Aprendizagem? Essas aprendizagens podem ser aprofundadas como se espera das aulas de matemática?

Outro fato preocupante – e apontado por Piaget (2007) ao tratar dos supostos “bons e maus alunos” em matemática – é o crescente medo de muitos alunos ao se depararem com a matemática, a qual passou a ser tratada por muitos como a vilã entre as disciplinas escolares.

Nesse sentido, Lins (2004) aponta que a distância muito grande entre o que é a sala de aula de matemática e o que é a vida ordinária das pessoas tem feito a matemática da escola só existir dentro da própria instituição. Diferencia, por exemplo, o estudo de matemática e o estudo de português ou geografia: enquanto o primeiro costuma focar principalmente a sala de aula, os alunos falam, leem e escrevem na rua, veem, em jornais e revistas ou na televisão, falarem de outros países, de rios, de mares, de montanhas, de povos e do que eles fazem.

Observa o autor, que a matemática (para o matemático) não depende de nada que exista no mundo físico e, portanto, não pode ser natural para os alunos (diferente de português e geografia, como vimos no exemplo anterior). A matemática, vista assim, tornou-se “muito hábil em engendrar seres estranhos” (LINS, 2004, p.100). Surgem, então, os monstros monstruosos – tidos como monstros de estimação pelo matemático – que mantêm fora do Jardim do Matemático a maioria das pessoas.

Ao levantar a expressão *monstros*, Lins (2004) explica que o monstro não é uma fera ou uma aberração, mas assusta por não ser deste mundo e, por consequência, não seguir as regras deste mundo.

Assim é vista a matemática por muitos dos alunos: como uma invenção (monstruosa) que foge da compreensão do Homem comum. A comunidade, assim, assume o não gostar, o ser difícil e o ser chata como verdades sobre a matemática. Ilustro esse fato com duas pesquisas no Google <www.google.com.br> e no Orkut:

The image shows a Google search interface for the query "eu odeio matemática". The search bar contains the text "eu odeio matemática" and the search button says "Pesquisar". Below the search bar, it indicates "Aproximadamente 34.900 resultados (0,34 segundos)".

The search results are categorized into "Imagens de 'eu odeio matemática'". The images include:

- A cartoon strip with dialogue about mathematics being a religion.
- A hand holding a green chalkboard with the math problem $2 + 2 = 5$.
- An angry face emoji with the sound effect "grrrrr".
- A landscape image of a mountain range.
- A cartoon strip with dialogue about mathematics being a religion.
- A cartoon strip with dialogue about mathematics being a religion.
- A cartoon of a donkey.
- A cartoon of a rabbit sitting on a stack of books.
- A grid of small images.

Below the images, there is a search result from Yahoo! Respostas:

[Pq será que eu odeio matemática? - Yahoo! Respostas](#) ☆
 2 maio 2007 ... Eu só lhe posso dizer que também odeio. ... Eurico eu tb. Nem sei somar com quantos eu até sai,olha isso. ... Eurico... ... Atenção isso é um ...
[br.answers.yahoo.com/question/index?qid...](#) - Em cache - Similares

Other search results include:

- [Vc odeia matemática?eu odeio.Mas tem q estudar ?](#)
- [3\(x-1\)=x+11 socooooorro?](#)
- [Eu odeio Matemática e daí?](#)
- [Eu ODEIO MATEMÁTICA!!!!!!!O que eu posso fazer pra conseguir ...](#)

At the bottom, there is a link for "Mais resultados de br.answers.yahoo.com »".

Figura 2.1 – “Eu odeio matemática” – Google

Resultados de busca para "eu odeio matemática"

Início > Buscar

[todos os resultados](#) [usuários](#) [comunidades](#) [tópicos](#)

Buscar novamente: [buscar](#)
 filtro de segurança ativado

[Resultados de busca para "eu odeio matemática"](#) [refinar os resultados](#)

Resultados **1 - 12** de mais de **1000** [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) >

[Resultados em meu país \(Brasil\):](#)

$$(p - p_0) = \frac{p_0 - p_1}{p_0 - p_2} (x - x_0)$$

$$y - 6,35 = \frac{6,7 - 6,35}{2 - 1} (x - 1)$$

$$y - 6,35 = 0,35 (x - 1)$$

$$y = 0,35x + 6$$

Eu odeio Matemática
 Categoria: Atividades (226.597)
 Local: Brasil
 1- Não crie propaganda de espécie nenhuma
 Nem de crédito grátis, nem de web cam sem autorização, nem de outras propagandas...
 2 - se criar, eu vou expulsar, sem dó nem piedade.
 3- outro motivo q...



Eu Odeio Matemática!
 Categoria: Alunos e Escolas (27.854)
 Local: Brasil
5 anos!

*Se você é que nem a gente, que odeia matemática e não aguenta mais essa aula insuportável, participe e junte-se a nós :)
 Porque ninguém merece aquele monte de número...*



Eu ODEIO matemática
 Categoria: Escolas e Cursos (16.754)
 Local: Brasil
 Comunidade voltada a todas as pessoas que odeiam

Figura 2.2 – “Eu odeio matemática” – ORKUT

Esses alunos, de acordo com Lins (2004) deixam o monstro (a matemática) escapar porque assim podem retomar a vida e a paz. “Neste deixar-fugir é que se funda um processo de seleção e exclusão exercido pela matemática” (LINS, 2004, p.106).

É claro que a crescente fuga da matemática – aliada às frequentes manifestações negativas em relação à área – geram uma resposta das pessoas que transitam no *Jardim do Matemático* – e possuem *monstros de estimação* –, a qual ilustro com outras duas pesquisas no Google e no Orkut:

The image shows a Google search interface. The search bar contains the text "eu amo matemática". Below the search bar, it indicates "Aproximadamente 18.400 resultados (0,10 segundos)". On the left side, there are navigation options: "Tudo", "Imagens", "Mais", "A Web", "Páginas em português", "Páginas de Brasil", "Visualização padrão", "Sites com imagens", and "Mais ferramentas". The search results are as follows:

- Eu amo Matemática** ☆
Eu amo Matemática. Matemática para quem gosta de matemática Gramática On-line · Tudo sobre futebol · **Eu amo Matemática** · Garotas de Programa ...
www.mathaddicted.blogspot.com/ - Em cache - Similares
- Eu amo Matemática: Trabalhos de matemática** ☆
Eu amo Matemática. Matemática para quem gosta de matemática ... Gramática On-line · Tudo sobre futebol · **Eu amo Matemática** · Garotas de Programa ...
mathaddicted.blogspot.com/.../trabalhos-de-matemtica.html - Em cache - Similares
+ Exibir mais resultados de mathaddicted.blogspot.com
- UOL K - Eu amo matemática** ☆
Eu amo matemática. Buscar mensagens nesta comunidade. Descrição da comunidade. Essa é a comunidade para pessoas que amam matemática. ...
040219336cc0a90306.comunidade.uolk.uol.com.br/ - Em cache - Similares

Figura 2.3 – “Eu amo matemática” – Google

Resultados de busca para "eu amo matemática"

Início > Buscar

[todos os resultados](#)
[usuários](#)
[comunidades](#)
[tópicos](#)

Buscar novamente:

 filtro de segurança ativado

Resultados de busca para "eu amo matemática"
 [refinar os resultados](#)

Resultados **1 - 12** de **423**
1 2 3 4 5 >

Resultados em **meu país** (Brasil):



Eu AMO Matemática!
 Categoria: Alunos e Escolas (97.479)
 Local: Brasil
 Comunidade para todos que **AMAM** a matemática e querem discuti-la! Proponham **desafios**, *questões*, peçam ajuda e etc...

•Símbolos úteis:
 $\Delta \sqrt{\Sigma \Pi \infty \Phi \alpha \beta \theta \pm \dots}$



Eu amo Matemática!
 Categoria: Escolas e Cursos (7.187)
 Local: Brasil
 Comunidade para quem aprecia a arte da matemática, para quem possui raciocínio lógico e para quem se diverte resolvendo equações, problemas, etc...

Join Us...



Eu amo matematica
 Categoria: Alunos e Escolas (4.623)
 Local: Brasil
 Eu amo matematica quem gosta entra na comunidade. gostaria muito de quem gosta de matematica entrasse na comunidade obrigado e sera um prazer ter vcs...

Figura 2.2 – “Eu amo matemática” – ORKUT

Estabeleci esta breve comparação entre amor e ódio pela matemática apenas para marcar que existem habitantes no Jardim da Matemática (não estou sozinho). A evidente disparidade entre os dois sentimentos, no entanto, não será analisada nesta dissertação. A preocupação que me inquieta é em como minimizar os sentimentos negativos pela matemática tão fortemente manifestados.

Lins (2004, p. 118) defende “que uma Educação Matemática faça o monstro monstruoso tornar-se monstro de estimação, [...] mesmo que fosse para o aluno dizer 'sei que é isso e não me assusta, mas não quero'.”

Espero que a escolha de Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica para uma Educação Matemática proporcione essas mudanças no ponto de vista dos alunos frente à matemática.

Assim, surge a segunda parte do meu problema de pesquisa:

As aprendizagens de matemática construídas a partir de Projetos de Aprendizagem proporcionam mudanças na postura e nas atitudes de alunos frente à matemática? Como fica a relação desses alunos com as suas aprendizagens escolares?

2.3.1 Questões de investigação

Com base no exposto, proponho-me a seguinte questão para desenvolver a presente dissertação:

Um currículo de matemática para alunos de uma sexta série do ensino fundamental pode ser estruturado e desenvolvido a partir de Projetos de Aprendizagem? Como?

Para detalhar o que pretendo explorar neste trabalho, lanço as seguintes questões acessórias:

i) aprende-se matemática a partir de Projetos de Aprendizagem?

ii) as aprendizagens de matemática oriundas de pesquisas de Projetos de Aprendizagens podem ser aprofundadas de modo a sustentar a aprovação de alunos da sexta para a sétima série do ensino fundamental?

iii) como são a postura e as atitudes dos alunos que aprendem matemática a partir de Projetos de Aprendizagem frente a matemática?

iv) qual é a relação do aluno com a sua aprendizagem escolar ao desenvolver Projetos de Aprendizagem?

Capítulo 3 – Fundamentos

- O que são Projetos de Aprendizagem?
- Como as crianças e os jovens aprendem?
- Existe um currículo de matemática para a sexta série do ensino fundamental?

Início este capítulo solidarizando-me com questão levantada por Papert (2008, p. 21): “Ao tentar ensinar às crianças o que os adultos querem que elas saibam, a Escola utiliza a forma natural dos seres humanos aprenderem em ambientes não-escolares?”.

A resposta parece óbvia: *não!*

O que nos deve intrigar é o que podemos fazer para utilizar na escola a forma natural do ser humano aprender.

Neste capítulo, pretendo buscar o aporte teórico que possibilite afirmar que uma das maneiras que buscamos se dá pela via do desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem na escola.

3.1 Projetos de Aprendizagem

Antes de definir a proposta de Projetos de Aprendizagem, devemos compreendê-la como uma alternativa às práticas pedagógicas que priorizam a formação de uma “cabeça bem cheia” (MORIN, 2005, p. 21), as quais privilegiam os ditos conteúdos universais e à concepção bancária de aprendizagem, que “sugere uma dicotomia inexistente homens-mundo. Homens simplesmente no mundo e não com o mundo e com os outros. Homens espectadores e não recriadores do mundo”(FREIRE, 1983, p. 69).

O ensino bancário, o qual, como nos aponta Freire (2005), “deforma a necessária criatividade do educando”, precisa ser substituído por uma prática que mantenha viva a curiosidade da criança. Essa prática deve tratar de formar uma “cabeça bem-feita” (MORIN, 2005, p.21). Para isso, é fundamental que a escola, segundo Morin (2005), em vez de acumular saberes, desenvolva uma aptidão geral dos alunos para colocar e resolver problemas e permita que se liguem os saberes, para, enfim, lhes devolver sentido.

Com os Projetos de Aprendizagem busca-se fugir desse foco unicamente disciplinar na escola, possibilitando a integração das áreas de conhecimento em função da curiosidade dos alunos e rompendo com a inadequação, apontada por Morin (2005, p. 13),

entre os saberes separados, fragmentados, compartimentalizados entre disciplinas e, por outro lado, realidades ou problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários.

Desse modo, pretende-se escapar da coisificação do objeto de estudo, fato costumeiro em propostas de ensino disciplinares. Nestes casos, o objeto de estudo é percebido “como uma coisa auto-suficiente, as ligações e solidariedades desse objeto com outros objetos estudados por outras disciplinas são negligenciadas, assim como as ligações e solidariedades com o universo do qual ele faz parte” (MORIN, 2005, p.106).

Nessa escola disciplinar, apontam Fagundes, Nevado e Basso (2001, p.43), o aluno geralmente não tem “oportunidade de fazer qualquer escolha, não é convidado a tomar qualquer decisão. Supõe-se que ele deva submeter-se completamente às regras impostas pela instituição educacional”. Com os Projetos de Aprendizagem pretende-se reverter tal situação, afinal, “a Escola não detém o direito de escolher por nós [alunos]” (PAPERT, 2008, p.32). É esperado, assim, que o aluno tome a rédeas da sua aprendizagem e assumo o papel de autor na construção do seu conhecimento. Ao desenvolver um Projeto de Aprendizagem, o aluno deve agir e interagir com os objetos de estudo de modo tal que possibilite o nascimento de novos possíveis cognitivos.

O Possível Cognitivo Piagetiano, segundo Piaget (1985 apud NEVADO 2001, p.35),

não é algo observável, mas sim uma construção do sujeito na interação com os objetos. As propriedades ou as características do objeto são interpretadas devido às atividades do sujeito, que determinam o nascimento de novos possíveis e um enriquecimento das interpretações do sujeito. O possível cognitivo é essencialmente criação e invenção.

A criação e a invenção ganham forma nos Projetos de Aprendizagem, na medida em que eles surgem da genuína curiosidade e das indagações dos alunos acerca do mundo e da realidade na qual estão inseridos. Todo Projeto de Aprendizagem inicia com a formulação, pelos alunos, de questões de investigação, as quais passam a constituir e compor a base curricular da escola e – em especial – dos alunos envolvidos com os referidos projetos e suas consequentes pesquisas e aprendizagens.

Em um Projeto de Aprendizagem tudo tem origem em uma pergunta. Pergunta essa que deve retratar uma importante curiosidade do seu autor (neste momento, o aluno). Com isso, atende-se aos preceitos levantados de que a educação precisa estimular e não aniquilar a curiosidade da criança.

Ao possibilitar que os alunos busquem – por meio de investigações – resolver as suas curiosidades atende-se a outro preceito importante e defendido pelos autores, o de que a educação deve tratar da aptidão de colocar e resolver problemas.

Tratamos de escolas e currículos escolares, no entanto as perguntas propostas pelos alunos não devem circundar os assuntos disciplinares previamente discutidos com os professores. Pelo contrário, as perguntas podem extrapolar – e geralmente extrapolam – o cunho disciplinar, fugindo, assim, das suas amarras e dos seus assuntos e conteúdos sequenciais e previamente definidos.

Escapa-se, assim, da já debatida fragmentação dos saberes, exposta por Morin e Moigne (2000), pelo princípio da separabilidade, o qual se impôs no domínio científico pela especialização e depois pela hiperespecialização e pela “compartimentação disciplinar em que os conjuntos complexos como a Natureza ou o ser humano foram fragmentados em partes não comunicantes” (MORIN; MOIGNE, 2000, p. 96). Segundo os autores, essa separação fez as disciplinas tenderem a se fechar em si próprias.

Nos Projetos de Aprendizagem, com base nas Perguntas Iniciais¹ lançadas, os alunos são agrupados por assuntos, formando os grupos de pesquisa que os desenvolverão, com a orientação de um professor.

O Professor Orientador é a pessoa que manterá um contato mais próximo com os alunos-pesquisadores e terá uma maior interação com os mesmos. As suas funções são assim caracterizadas por Dutra, Camargo, Valentini, Lacerda e Merg (1999, p.13):

- orientador de projetos de investigação quando estimula e auxilia na viabilização de busca e organização de informações, frente às indagações do grupo de alunos;
- observador do processo de construção do conhecimento quando acompanha mais diretamente um pequeno grupo de alunos, entrevistando-os sistematicamente, para registrar a perspectiva do aluno sobre seu próprio aprendizado;

¹ A expressão Perguntas Iniciais diz respeito ao conjunto das questões que dão origem a um Projeto de Aprendizagem.

- professor especialista quando reconhece a pertinência de introduzir conceitos de seu campo de conhecimento no curso de um projeto interdisciplinar; respeitando a natureza e metodologias de seu campo específico;
- contato com especialistas em diferentes campos do conhecimento, sempre que for pertinente ao seu papel de orientador.

Formado o grupo e já definido o seu Professor Orientador, é elaborada a Pergunta Inicial do grupo de pesquisa (derivada das Perguntas Iniciais elaboradas pelos integrantes do grupo) que guiará as investigações, reflexões e aprendizagens dos alunos.

A partir de então, o currículo escolar dos alunos-pesquisadores começa a ser construído. As aprendizagens e os conteúdos disciplinares que comporão este currículo deverão surgir como demandas das investigações necessárias aos Projetos de Aprendizagem. Nesse sentido, faço coro com Morin (2005, p. 89) ao defender que “é preciso substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une”. As aprendizagens, portanto, devem ser identificadas e tratadas no ponto de vista das várias áreas de conhecimento, mas sempre atreladas ao foco maior: a investigação do aluno.

Sendo assim, o conceito de proporções, por exemplo, surgirá quando necessário ao Projeto de Aprendizagem (estabelecendo relações com outras aprendizagens e construções dos alunos) e não simplesmente quando o professor de matemática decidir importante.

O conceito pode surgir diretamente durante uma pesquisa e, portanto, imediatamente solicitado pelo aluno, ou indiretamente, quando uma pesquisa traz uma situação que, por exemplo, envolve uma proporção e o professor orientador questiona os alunos e os instiga a compreender melhor e investigar, por fim, este conceito.

Não se trata, cabe ressaltar, de desprezar as disciplinas; elas são plenamente justificadas, desde que “preservem um campo de visão que reconheça e conceba a existência de ligações e solidariedades. E mais: só serão plenamente justificáveis se não ocultarem realidades globais” (MORIN, 2005, p.112-113). Neste trabalho com Projetos de

Aprendizagem, portanto, as disciplinas escolares reforçam a sua validade na medida em que são tratadas a partir das pesquisas e curiosidades globais dos alunos.

É importante salientar, também, que a intervenção do Professor Orientador, que pode levar os alunos a investigar um determinado conceito, deve ser relacionada e tornar-se necessária ao Projeto de Aprendizagem. Diferencia-se, portanto, das intervenções conteudistas que definem – através do professor – os conceitos a serem estudados, ainda que desvinculados dos desejos dos estudantes.

Nesse sentido, as decisões sobre os caminhos a seguir e aprendizagens oriundas dos Projetos de Aprendizagem são realizadas mutuamente por orientador e pesquisadores, não existindo uma predominância de definições hierárquicas, mas sim acordos e consensos. Essa característica dos Projetos de Aprendizagem os define como um método de ensino no qual as construções de conhecimento guiam-se por decisões heterárquicas.

Os caminhos percorridos no desenvolvimento das investigações determinam, como levantado anteriormente, o currículo escolar dos alunos individualmente e da turma coletivamente. Sobre isso, Mattos, Ferrari Júnior e Mattos (2005, p. 7) explicam:

na proposta de aprendizagem por projetos não iremos ver todo o conteúdo que tradicionalmente é tido como universal, tampouco todos os aprendizes terão tido as mesmas experiências ou as mesmas aprendizagens, mas terão aprendido muito, muito do que é visto na escola tradicional e muito do que não é visto. Serão pessoas capacitadas a resolver problemas reais e principalmente serão pessoas que aprenderão a fazer uma pesquisa científica, aprenderão a buscar respostas às suas inquietações, enfim, aprenderão a aprender.

Da mesma forma, os conceitos e conteúdos que emergem dos diversos Projetos de Aprendizagem são diferentes, portanto não serão tratados ao mesmo tempo por todos os alunos de uma mesma série. Sendo assim, a sequência curricular da escola precisa tornar-se flexível de modo a congrega os vários caminhos percorridos e construídos pelos alunos e as peculiaridades e meandros das diversas áreas do conhecimento.

A proposta de Projetos de Aprendizagem, portanto, revoluciona a escola, trazendo de volta a ela os alunos, seus desejos, curiosidades, espontaneidades, impulsos, criatividade. Ao mesmo tempo não abandona os conhecimentos disciplinares, mas os explora sob um novo olhar, colocando-os em contato uns com os outros e todos com a realidade, além de possibilitar a sua reaproximação com o íntimo do aluno, trazendo novamente sentido para as suas existências.

Alava (2002b) levanta que o professor e as práticas de ensino evoluíram muito pouco nos últimos anos. A inovação já se tornou necessária. O caminho dessa inovação, acredito, será percorrido com os Projetos de Aprendizagem.

Por fim, ao tratar de definir construtivismo e pensar em uma prática pedagógica construtivista, Macedo (2002, p. 36) parece falar de Projetos de Aprendizagem ao concluir que a prática pedagógica como uma investigação, tendo sentido de pesquisa, de descoberta, de invenção e de construção é o caminho para, “quem sabe, devolver um pouco do sentido de tudo isso. Desse sentido que tem se perdido na escuridão dos tempos e na clara insensatez dos homens”.

3.1.1 Projetos de Aprendizagem X Projetos de Ensino

Quando se fala em *aprendizagem por projetos* em uma escola muitas são as compreensões e confusões possíveis. A mais comum delas é feita com a concepção de Projetos de Ensino. No entanto, as suas diferenças são cruciais. Pode-se, inclusive, considerá-los opostos.

Lembrando da parábola dos dois grupos de viajantes no tempo trazida por Papert (2008) e exposta no capítulo 2, seção 2.1, comparo que, no caso de dois grupos de professores viajantes no tempo, o que chegasse a uma sala de aula que trabalhasse com Projetos de Ensino teria o sentimento de que pouco mudou e, como referiu o autor, facilmente poderia assumir o comando da classe. Por outro lado, o grupo que chegasse à sala de aula com Projetos de Aprendizagem, teria o mesmo sentimento do grupo de cirurgiões: talvez pudessem supor um pouco do que estaria sendo feito, mas as incertezas e o espanto com as novas configurações de escola seriam muito mais importantes.

Os Projetos de Ensino diferem-se dos Projetos de Aprendizagem desde a sua origem. O primeiro nasce das necessidades do professor e da sequência curricular da escola, enquanto o segundo parte das curiosidades e desejos do aluno.

Citando Fagundes, Nevado e Basso (2001, p.45) é possível diferenciar claramente ambas estratégias pedagógicas. Os autores defendem que em um Projeto de Aprendizagem

é essencial que a curiosidade do aluno, suas dúvidas, suas questões decidam o assunto a ser pesquisado pois neste caso os conteúdos não serão impostos pelo professor, mas buscados pelo estudante pois a motivação para aprender é intrínseca ao indivíduo, depende de seu desejo de conhecer, de sua necessidade de saber.

Por outro lado, em um Projeto de Ensino, segundo Fagundes, Sato e Maçada (1999, p.15),

tudo parte das decisões do professor, e a ele, ao seu controle, deverá retornar. Como se o professor pudesse dispor de um conhecimento único e verdadeiro para ser transmitido ao estudante e só a ele coubesse decidir o que, como e com que qualidade deverá ser aprendido. Não se dá oportunidade ao aluno para qualquer escolha. Não lhe cabe tomar decisões. Espera-se sua total submissão a regras impostas.

No ponto de vista do aluno, pode-se concluir, o Projeto de Ensino é artificial. Todo o seu desenvolvimento, portanto, é tratado pelo aluno como uma tarefa escolar, nada além disso. Como vimos no capítulo 2, a consequência desse fato é que as atividades são realizadas apenas para satisfazer ao professor, não mobilizando todas as potencialidades do aluno para resolver um problema, muito menos produzir ou levantar problemas.

De outro lado estão os Projetos de Aprendizagem, como eles partem efetivamente dos alunos, geralmente são tratados da mesma forma que os jogos de computador. Sendo reais desafios para os alunos, os Projetos de Aprendizagem mobilizam, portanto, todas as potencialidades que o jovem de hoje – o Homo Zappiens – desenvolveu.

Desse modo, frases como relatadas por Papert (2008, p. 93) – “professora, o que eu aprendi hoje? [...] Papai sempre me pergunta, e eu nunca sei o que dizer” – são substituídas por relatos empolgados dos alunos/filhos sobre as suas descobertas e aprendizagens, as quais, segundo o autor são as melhores quando o aprendiz assume o comando, assim como o jovem Piaget o fez².

Em relação às diferenças ente Projetos de Ensino e Projetos de Aprendizagem, Fagundes, Sato e Maçada (1999, p.17) construíram a seguinte tabela:

2 Papert (2008) refere-se ao primeiro artigo científico publicado por Jean Piaget, com apenas 11 anos, o qual foi feito por um ato intencional: obter permissão para usar a biblioteca de uma escola da sua cidade. O jovem Piaget, segundo o autor, pretendia que a bibliotecária o levasse a sério o suficiente para que lhe desse a permissão de usar a biblioteca.

Tabela 3.1 – Ensino por Projetos X Aprendizagem por Projetos

	ENSINO POR PROJETOS	APRENDIZAGEM POR PROJETOS
Autoria. Quem escolhe o tema?	Professor, coordenação pedagógica	Alunos e professores individualmente e, ao mesmo tempo, em cooperação
Contextos	Arbitrado por critérios externos e formais	Realidade da vida do aluno
A quem satisfaz?	Arbitrio da sequência de conteúdos do currículo	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz
Decisões	Hierárquicas	Heterárquicas
Definições de regras, direções e atividades	Impostas pelo sistema, cumpre determinações sem optar	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores
Paradigma	Transmissão do conhecimento	Construção do conhecimento
Papel do professor	Agente	Estimulador/orientador
Papel do aluno	Receptivo	Agente

Acrescento a esta tabela, com base no que expus no capítulo 2, as seguintes diferenças, que apontam como os Projetos de Aprendizagem – ao contrário dos Projetos de Ensino – vão ao encontro da *escola diferente* que se mostra necessária ao Homo Zappiens.

Tabela 3.2 – Projetos de Ensino X Projetos de Aprendizagem

	PROJETOS DE ENSINO	PROJETOS DE APRENDIZAGEM
Fontes de informação	Única: professor	Amplas e diversificadas
Organização curricular	Linear/monótona	Rede/Situação complexas e desafiadoras
Uso das TICs	Determinada e fiscalizada pelo professor	Autônoma, criativa e inovadora.
Atividade do aluno	Observador passivo	Autor ativo e criativo das suas aprendizagens
Método principal de ensino-aprendizagem	Aulas expositivas	Investigação
Forma para	Reprodução de conhecimentos	Construção de conhecimentos e criatividade
Sociedade a que satisfaz	Sociedade Industrial	Sociedade da Informação e do Conhecimento

De tal forma, pode-se afirmar que os Projetos de Aprendizagem divergem dos Projetos de Ensino e configuram-se, efetivamente, no avanço necessário à escola.

3.1.2 Projetos de Aprendizagem X Projetos de Trabalho

Atualmente também é comum observarmos uma confusão entre Projetos de Aprendizagem e Projetos de Trabalho, estes defendidos por Hernández e Ventura (1998).

A proposta de Projetos de Trabalho constitui um verdadeiro avanço na concepção de ensino-aprendizagem e na prática docente quando tomada como alternativa aos Projetos de Ensino.

Consideremos, inicialmente, que uma das funções dos Projetos de Trabalho é, de acordo com Henández e Ventura (1998, p.61),

favorecer a criação de estratégias de organização dos conteúdos escolares em relação a [...] relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio [...e que com eles] normalmente superam-se os limites de uma matéria.

Os conhecimentos escolares, portanto, não são mais tratados em função deles mesmos, mas sim como necessários a problemas de pesquisa a serem resolvidos. Da mesma forma, o currículo escolar não é mais fragmentado, compartimentado e estagnado. Eles surgem (conhecimentos e currículo escolar) enquanto se estabelecem relações com outros conhecimentos e conteúdos e, com isso, as disciplinas passam a interagir entre si. A construção desses conhecimentos, então, podem iniciar a formação de uma rede interdisciplinar em torno de problemas de pesquisa tratados por alunos e professores.

Nesta perspectiva os Projetos de Trabalho aproximam-se dos Projetos de Aprendizagem.

Além disso, um Projeto de trabalho é definido em relação às demandas propostas pelos alunos, levando-se em conta, portanto, os interesses dos alunos como base da organização curricular. Com as suas pesquisas os alunos descobrem, ainda, que “também têm uma responsabilidade na sua própria aprendizagem, que não podem esperar passivamente que o professor tenha todas as respostas e lhes ofereça todas as soluções” (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p.75).

Neste sentido, com os Projetos de Trabalho, assim como com os Projetos de Aprendizagem, o currículo escolar é construído a partir das pesquisas dos alunos, suas interrogações e curiosidades. Os alunos tornam-se agentes da sua aprendizagem, abandonando

o papel passivo de receptor de informações e assumindo uma atividade de pesquisa e busca de informações.

Com ambos, portanto, vamos ao encontro de Freire (2005, p. 47) ao definir que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas do alunos”.

Por outro lado, a proposta de Projetos de Trabalho apresenta algumas diferenças que a distancia da proposta de Projeto de Aprendizagem.

De início observemos que os Projetos de Trabalho não tem origem na pergunta de cada aluno, mas sim de um tema escolhido e a partir dele é que são propostas as perguntas. A escolha desse tema e a formulação das perguntas, no entanto, não se dá individualmente pelos alunos, mas pela turma inteira e pelo professor, o que significa, muitas vezes, o privilégio dos interesses de alguns em detrimento de outros. Vejamos alguns relatos expostos por Hernández e Ventura (1998, *passim*) sobre a definição do tema a ser explorado:

- a primeira decisão do grupo consistiu em utilizar o critério de exclusão para realizar a escolha do novo Projeto;
- se montou uma lista e se efetuou uma votação;
- tratava-se, com isso, de selecionar as diferentes propostas;
- os dois temas finalistas foram;
- uma vez estabelecido o tema, a professora orienta o interesse da turma por ele a partir de uma série de questões;
- cada Projeto tem, além disso, um nexu condutor. Nesse caso, foi a pergunta feita pela educadora: 'por que há desertos no mundo?';
- propusemos, escolhemos e votamos o tema que queríamos trabalhar;
- a professora nos disse o que lhe parecia que nós gostaríamos de trabalhar; e
- [nas sétima e oitava séries] o professor nos dá alguns temas e escolhemos a ordem.

Sendo assim, tem-se claro que nos Projetos de Trabalho a autoria difere em muito do que ocorre nos Projetos de Aprendizagem. Os Projetos de Aprendizagem, portanto, ao considerar e aceitar as propostas de todos os alunos – sem seleção ou exclusão – configuram-se em um avanço em relação os Projetos de Trabalho e trazem efetivamente o aluno – seus interesses, anseios, curiosidades e desejos – para a escola. Lembremos de Papert (2008): a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando.

Outro aspecto no qual se observa de imediato as diferenças é o contexto no qual estão inseridos os Projetos desenvolvidos pelos alunos em cada uma das propostas. Nos Projetos de Aprendizagem tudo tem origem na inquietação do aluno, portanto situa-se na realidade da vida do próprio aluno. Por outro lado, ainda que Hernández e Ventura (1998) defendam que os Projetos de Trabalho podem ter origem em qualquer tema, muitas vezes – concluo com base nos exemplos trazidos pelos autores – os temas são propostas inseridas em trabalhos anteriores ou mesmo originadas em ideias de professores.

Além disso, uma característica que não é idealizada na proposta de Projetos de Trabalho, mas que tragicamente frequentes vezes ocorre, é a insignificante exploração de conceitos de matemática por alunos e professores. Segundo os autores (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998) “os temas dos Projetos de trabalho costumam corresponder, como já se disse, às Ciências Sociais e Naturais”(p.181). Ainda, os alunos que experimentaram esse trabalho comentam sobre as temáticas levantadas: “em Matemática não, por causa da matéria que parece mais de números”(p.181). Por outro lado, felizmente, existem alunos que relatam terem aprendido matemática nos Projetos de Trabalho:

- escolhíamos um tema e, dentro deste, se faziam coisas de Matemática, de Ciências Naturais, Sociais, se relacionavam todas as matérias com aquele tema; e
- o que se viu primeiro em Matemática, já o tínhamos visto quase tudo (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p.185-187).

Proponho, em contrapartida, com os Projetos de Aprendizagem, que se aprenda matemática em todas as propostas de trabalho dos alunos e afirmo – como verificaremos nesta dissertação – que isso é possível.

Com os Projetos de Aprendizagem, independentemente dos assuntos a serem tratados, a matemática estará presente e será necessária às investigações. A sua aprendizagem dependerá especialmente das concepções do professor orientador e da sua prática de orientação.

Com base na tabela 3.1, na qual Fagundes, Sato e Maçada (1999) estabelecem algumas diferenças entre Projetos de Ensino e de Aprendizagem, construo um comparativo entre as propostas de Projetos de Aprendizagem e de Trabalho.

Tabela 3.3 – Projetos de Trabalho X Projetos de Aprendizagem

	PROJETOS DE TRABALHO	PROJETOS DE APRENDIZAGEM
Autoria. Quem escolhe o tema?	<u>Turma</u> de alunos e o professor por argumentação, <u>seleção</u> , <u>exclusão</u> e <u>votação</u>	Alunos e professores individualmente e, ao mesmo tempo, em <u>cooperação</u>
Contextos	Trabalhos e temas precedentes e propostas do professor	Realidade da vida do aluno
A quem satisfaz?	Interesse do professor e da <u>maioria</u> dos estudantes	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz
Decisões	Oscilam entre hierárquicas e heterárquicas	Heterárquicas
Definições de regras, direções e atividades	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores
Paradigma	Construção do conhecimento	Construção do conhecimento
Papel do professor	Oscila entre agente e orientador	Estimulador/orientador
Papel do aluno	Oscila entre receptivo e agente	Agente

Em síntese, considero que a proposta de Projetos de Trabalho defendida por Hernández e Ventura (1998) configura-se em um avanço em relação aos Projetos de Ensino (como vemos claramente comparando as tabelas 3.1 e 3.3) e traz contribuições à proposta que ora debatemos. Acredito, ainda, que os Projetos de Aprendizagem podem ser considerados o progresso natural dos métodos de ensino-aprendizagem aqui expostos. Senão vejamos: partimos de um método no qual o professor, com base em uma sequência curricular predeterminada, define como e quais serão as aprendizagens dos alunos; passamos pela proposta na qual há uma autoria dividida, já que ora partem do professor as temáticas de trabalho ora surgem a partir de interesses de alunos; e chegamos aos Projetos de Aprendizagem, nos quais os alunos tornam-se efetivos autores das suas aprendizagens e o currículo define-se a partir das curiosidade deles, sem, entretanto, abandonar os conhecimentos disciplinares, uma vez que eles também surgem e são necessários às investigações realizadas pelos alunos.

3.2 Uma perspectiva piagetiana de aprendizagem

Jean Piaget foi um psicólogo cognitivo que, no entanto, pode ser considerado filósofo das ciências, biólogo, pedagogo entre outros, em função da sua enorme produção e contribuição em diversas áreas e especialidades da ciência. A sua visão educacional e de aprendizagem das crianças e dos adolescentes, ainda que o seu foco de investigações não tivesse intenções pedagógicas, é, ainda hoje, pertinente e aponta avanços necessários à escola.

A relevância dos trabalhos de Piaget para a educação existe por uma questão fundamental: o centro de todas as suas investigações trata dos processos de aprendizagem.

Mais precisamente, foi o estudo da passagem de um estágio de menos conhecimento (conhecimento inferior ou mínimo, segundo o autor) para um estágio de mais conhecimento (conhecimento superior ou avançado) que impulsionou Piaget ao desenvolvimento de uma ampla teoria sobre o aprender, denominada teoria psicogenética de Jean Piaget, um estudo de epistemologia genética.

Na expectativa de melhor compreender parte da sua obra, que conta com mais de uma centena de publicações, e buscar uma análise dos Projetos de Aprendizagem à luz da teoria psicogenética, dedico a presente seção à exposição de alguns conceitos piagetianos sobre aprendizagem.

A exposição dos conceitos que seguem é fruto de uma análise dos estudos de Jean Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo das crianças trazidos nos livros *O nascimento da inteligência na criança*, *A construção do real na criança*, *A formação do símbolo na criança*, *A tomada de consciência*, *A equilibração das estruturas cognitivas*, entre outros, como constam nas referências bibliográficas. Além deles, as entrevistas realizadas com Piaget em *Conversando com Jean Piaget* e outras leituras, como Basso (2003), Fagundes, Sato e Maçada (1999), Macedo (2002), Nevado (2001) e Papert (2008) contribuíram para a escritura do que segue.

Não espero resumir as produções de Piaget; pretendo expor minhas compreensões atuais sobre alguns conceitos relacionados à aprendizagem de crianças e adolescentes trazidos pelo autor.

Inicialmente, os dois conceitos que me parecem centrais nos seus estudos são a *assimilação* e a *acomodação*.

Piaget define que a inteligência é uma adaptação do sujeito às situações novas. A adaptação por sua vez é um equilíbrio (nunca perfeito) entre os esquemas da assimilação e da acomodação.

A assimilação é o processo mental pelo qual o sujeito incorpora o objeto as suas estruturas cognitivas³. Significa que a assimilação busca no objeto as *informações*, de modo a incorporá-lo nas suas estruturas tais como são, ou seja, não se supõe uma mudança no modo de pensar.

Por outro lado, a acomodação consiste no ajustamento do modo de pensar para se adequar ao mundo. Significa que a acomodação ajusta a ação do sujeito às características dos objetos, ou seja, supõe-se, com a acomodação, uma mudança no modo de pensar e de agir.

Segundo Macedo (2002, p. 148), a acomodação é “um processo complementar ao da assimilação e indica que, da mesma forma que o sujeito incorpora o objeto às suas estruturas, estas se ajustam às características do objeto, isto é, modificam-se”.

Piaget (BRINGUIER, 1978; PIAGET, 2002) afirma que a assimilação é conservadora, tendendo a submeter o meio ao organismo, enquanto a acomodação é fonte de mudanças, sujeitando o organismo ao meio. Define que o esquema da assimilação é geral e a acomodação consiste em modificar o esquema em função das circunstâncias particulares às quais ele pode ser aplicado.

Assimilação e acomodação, ainda que discutidas teoricamente – como vimos –, são indissociáveis. Um sujeito ao assimilar o objeto aos seus esquemas⁴, acomoda os seus esquemas ao objeto. Assimilação e acomodação são, portanto, as duas faces indissociáveis da mesma moeda, a adaptação.

O papel da inteligência, assim, é exatamente o de coordenar entre si a assimilação e a acomodação, na busca incessante do equilíbrio – inatingível – entre as mesmas.

3 Segundo Piaget (2003, p.8) “uma estrutura é um sistema de transformações que comporta leis enquanto sistema [...] e que se conserva ou se enriquece pelo próprio jogo de suas transformações [...] Em resumo, uma estrutura compreende os caracteres de totalidade, de transformações e de auto-regulação”.

4 Segundo Macedo (2002, p.148) “um esquema é uma coordenação de ação, de um 'saber fazer', por meio do qual o sujeito assimila os objetos às suas estruturas. Uma estrutura, do ponto de vista cognitivo, é, assim, composta por um conjunto de esquemas, da mesma forma que o sistema cognitivo é composto por um conjunto de estruturas”.

A adaptação, além disso, é inseparável da organização. Elas constituem, também dois aspectos indissociáveis do desenvolvimento cognitivo, sendo a adaptação o aspecto exterior (que diz respeito ao objeto ou ao meio) e a organização o aspecto interno (que diz respeito ao pensamento).

Piaget (1970, p.19) aponta que “é adaptando-se às coisas que o pensamento se organiza e é organizando-se que estrutura as coisas”.

Ainda em relação à assimilação e à acomodação poderíamos debater e aprofundar em diversas perspectivas, tais como a da reação circular – concebida como uma síntese da assimilação e da acomodação – na medida que a primeira é um exercício funcional e a segunda realiza uma nova coordenação, e é dividida em primária, secundária e terciária por Piaget. Além disso, há os vários tipos de assimilação (reprodutiva, recognitiva, generalizadora) e suas implicações.

No entanto, voltemos ao papel da inteligência: a busca pelo equilíbrio entre assimilação e acomodação.

Piaget (1976) afirma que há a necessidade de um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, no entanto, são os desequilíbrios que obrigam o sujeito “a ultrapassar seu estado atual e a procurar o que quer que seja em direções novas” (p.18). O progresso real, então está na busca pela reequilibração, não no sentido de retorno ao insuficiente e responsável pelo conflito equilíbrio anterior, mas de um melhoramento contínuo das estruturas cognitivas.

Essa reequilibração com melhoramento é a chamada *equilíbrio majorante*.

De acordo com Macedo (2002) a passagem contínua de um nível de inteligência ao seguinte ocorre pelo processo da equilíbrio majorante. A equilíbrio majorante é, portanto, o que permite a construção de conhecimento.

Piaget (1976, p.43) define que

os motores essenciais do desenvolvimento cognitivo [são] os desequilíbrios externos (dificuldades de aplicações e de atribuições das operações aos objetos) e internos

(dificuldades de composição), do mesmo modo que as reequilibrações que estes desequilíbrios acarretam, a equilíbrio é [...] majorante e constitui um processo de ultrapassagem tanto quanto de estabilização, reunindo de maneira indissociável as construções e as compensações no interior dos ciclos funcionais.

Dessa forma, temos que a construção de conhecimento – e tratamos também de escola – dá-se a partir de desequilíbrios motivados por dificuldades de aplicações das operações mentais aos objetos e ao meio, bem como do estabelecimento de relações do objeto e do meio com o sistema cognitivo do sujeito.

O grupo de aspectos que podem impulsionar a construção de conhecimentos – via equilíbrio majorante – é composto por perturbações. Entre elas, Piaget (1976, p.25) aponta a lacuna:

a lacuna se torna uma perturbação quando se trata da ausência de um objeto ou das condições de uma situação que seriam necessárias para concluir uma ação, ou ainda da carência de um conhecimento que seria indispensável para resolver um problema. A lacuna enquanto perturbação é sempre relativa a um esquema de assimilação já ativado.

Nesse sentido, relacionamos que as lacunas que por vezes são observadas pelos estudantes ao tentarem resolver os problemas com que se deparam podem ser motivo de futuras aprendizagens.

A partir dessa *observação* feita pelos alunos podemos discutir outro importante conceito piagetiano e muito relevante no processo de aprendizagem: a *tomada de consciência*.

Em verdade Piaget (BRINGUIER, 1978, p.126) afirma que “a tomada de consciência está muito longe de se reduzir a um simples esclarecimento, que iria, simplesmente, como uma lâmpada de bolso, fazer ver o que não se via, mas sem nada transformar”.

Assim, não faria sentido dizer que a observação dos estudantes das suas lacunas ao tentar resolver um problema é uma tomada de consciência. Por outro lado, faço esse paralelo e justifico:

A tomada de consciência é uma reconstituição conceitual do que se tem feito na ação, ela é a interpretação e a explicação da ação. No momento em que o sujeito tenta fazer essa reconstituição e concluir a construção de um conceito, e é surpreendido por uma compreensão falha ou mesmo incompleta, há – entendo – uma tomada de consciência que gera um desequilíbrio e possibilita, portanto, uma nova construção conceitual.

Ainda assim, há uma conceituação nessa interpretação de tomada de consciência: a da construção parcial da aprendizagem (conceituação da construção e da sua parcialidade) e a da necessidade de buscar novas aprendizagens.

A tomada de consciência possui a característica de ser brusca. Ela é manifestada como um relâmpago, sendo a passagem – através de uma transformação – do inconsciente para o consciente. Essa passagem é provocada (e provoca) a transformação de um esquema de ação em um conceito.

Em resumo, a tomada de consciência é a conclusão da construção de uma estrutura cognitiva. Notemos, no entanto, que a construção de conhecimento é *subterrânea* e lenta, a tomada de consciência que é brusca e instantânea.

Piaget (1977, p.201) afirma que a tomada de consciência “supõe, desde o início, uma conceituação, pois implica realmente coordenações”.

Macedo (2002, p.162) explica que

a tomada de consciência das condutas depende de um processo de conceituação em que o sujeito, desligando-se dos objetivos e resultados da ação – que são aspectos conscientes – passa a se interessar por sua razão – que são aspectos inconscientes.

A tomada de consciência surge, portanto, no momento em que o sujeito se preocupa em compreender e explicar as suas ações, em especial na busca das razões do êxito das suas ações. A tomada de consciência é a transformação de um fazer em um compreender.

Como nos elucidava Macedo (2002, p.169)

a ação é, com efeito, um fazer [...que] depende da construção de procedimentos, de um 'como fazer'. O compreender depende da construção de uma 'teoria' sobre esses procedimentos, de um 'por que fazer'. Por isso, para Piaget, tomar consciência não é 'falar' da coisa, mas compreendê-la, isto é, coordenar no plano do pensamento, sua estrutura, sua lei de composição.

A tomada de consciência, por sua vez, nos traz à tona os *morfismos e isomorfismos* de que Piaget tratou.

Estabeleço essa ligação entre eles porque a tomada de consciência, ao trazer a conceituação, possibilita o (e é possibilitada pelo) estabelecimento de relações entre conceitos, esquemas e estruturas cognitivas. O morfismo consiste exatamente em colocar em correspondência, é portanto estabelecer uma comparação. O isomorfismo, por sua vez, implica a correspondência entre dois grupos que possuem a mesma estrutura.

Por outro lado, esse estabelecimento de relações e contínuas transformações do pensamento (positivas), nos remete novamente à assimilação e à acomodação, assim como à equilibração majorante e às reações circulares. Enfim, notemos que o processo de conhecer e aprender é uma reação circular, é uma constante busca do equilíbrio, no entanto ele jamais é alcançado porque o sujeito precisaria assimilar o *universo inteiro*, como nos ensina Piaget.

Por fim, levanto mais dois conceitos trazidos por Piaget e que são comumente esperados e utilizados na escola: a *abstração* e a *representação*.

A abstração – em seus vários modos, empírica, pseudo-empírica, reflexionante, lógico-matemática e refletida⁵, os quais optei por não diferenciar profundamente nesta dissertação – trata de retirar certas características (dos esquemas, coordenações de ações,

5 Piaget (1972, 1995) diferencia os seus modos: a abstração empírica retira sua informação dos objetos; a abstração pseudo-empírica consiste em apreender propriedades apresentadas por um objeto, propriedades estas introduzidas por ações anteriores; a abstração reflexionante retira sua informação das coordenações de ações; a abstração lógico-matemática é um variante da abstração reflexionante, por ser uma reorganização da atividade mental que reconstrói em um nível superior tudo o que foi extraído da coordenação das ações e por projetar tudo o que estava em um plano inferior (como no plano das ações) para um plano superior (o do pensamento ou representação mental); e a abstração refletida é a tomada de consciência dos resultados de uma abstração reflexionante.

operações, estruturas) e utilizá-las em outras finalidades, por exemplo, em novas adaptações e novos problemas.

A abstração resulta (e é resultado de), em diferentes medidas, uma generalização, ou seja, ela se apoia em uma totalidade ampla. As expressões abstrair e generalizar, ainda que nem sempre ditas à luz da teoria piagetiana, são frequentes na escola, em especial nas aulas de matemática.

A abstração é um processo que permite a construção de novas estruturas, sendo, portanto, fonte contínua de novidades e aprendizagens. Lembremos, essas novidades apoiam-se na contínua equilibração entre assimilação e acomodação.

Um resultado, portanto, da abstração – e em função disso tão almejada nas aulas de matemática – é o aumento dos conhecimentos do sujeito, enriquecendo, assim, segundo Piaget (1995), a sua conceituação.

A representação, por outro lado, é muitas vezes o instrumento que possibilita ao professor a compreensão da aprendizagem e do processo de construção de conhecimento do aluno. Segundo Piaget (1990), há representação quando se imita um modelo ausente, e mais, ao dizer representação diz-se “a reunião de um significante que permite a evocação de um significado fornecido pelo pensamento” (p.345).

O significante da representação, segundo o autor, é constituído pela acomodação, enquanto o significado é fornecido pela assimilação. Assim, a representação, que pode ser manifestada através de diferentes produções de alunos – tal qual utilizaremos amplamente na análise dos dados –, fornece indicadores sobre as construções conceituais dos alunos e, com efeito, deve ser aproveitada na escola.

3.3 Campos conceituais e a aprendizagem de matemática

A teoria dos campos conceituais trazida por Vergnaud (1991) é, em linhas gerais, uma teoria cognitivista que pretende fornecer um quadro geral e alguns princípios para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das ciências e das técnicas. Com isso, espera-se compreender as relações e as rupturas entre os conhecimentos e conceitos construídos pelos jovens.

Segundo o autor, “um conceito não pode ser reduzido à sua definição, pelo menos quando nos interessamos pela sua aprendizagem e pelo seu ensino. É através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança” (VERGNAUD, 1991, p.156).

Nesse sentido, observamos que a simples exposição e definição de um conceito de matemática pelo professor, pelo livro didático ou por outra fonte de consulta não garante a sua aprendizagem pelos alunos. Pelo contrário, a aprendizagem de conceitos ocorre a partir de situações problemáticas e pela busca da sua solução. Os conceitos de matemática, portanto, serão construídos pelos jovens que os explorarem com base em situações que lhes instiguem a curiosidade. A partir de então o conceito será aprendido, contextualizado e enfim definido pelo sujeito.

Em relação à função adaptativa do conhecimento, conforme definimos na seção precedente, o autor distingue duas formas que ela assume na ação do sujeito. A primeira consiste nas classes de situações para as quais se dispõe das competências necessárias para o seu tratamento e a segunda nas “classes de situações para as quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e de exploração, a hesitações, a tentativas abortadas” (VERGNAUD, 1991, p.156).

Na segunda classe de situações podemos constatar o processo de aprendizagem dos alunos, o qual é motivado por situações novas e curiosas e permeado por constantes tentativas, sucessos, insucessos e reflexões. O autor ainda observa que na segunda classe de situações há o “desencadeamento sucessivo de diversos esquemas, que podem entrar em competição e que, para desembocarem na solução procurada, devem ser acomodados, descombinados e recombinados; este processo é acompanhado por descobertas” (VERGNAUD, 1991, p.156).

Um esquema, conforme exposto, é uma organização invariante da conduta para uma dada classe de situações. Ele pode variar nas suas formas, no entanto não deixa de constituir uma organização invariante. Por exemplo, um conceito de matemática pode possuir vários usos, aplicações e contextos para um sujeito, mas não por isso ele assumirá organizações variáveis.

A fiabilidade de um esquema para o sujeito, destaca Vergnaud (1991), está no conhecimento explícito ou implícito que ele tem das relações entre o seu algoritmo e as características do problema a resolver. Dessa forma, destacamos a importância das relações entre um conceito matemático, suas aplicações e contextos.

O algoritmo é difícil ou quase impossível de ser explicitado, com suas regras e detalhes, pelos jovens, ainda que a sua execução seja eficaz. Nesse sentido temos que sempre há muito de implícito nos esquemas. Além dessa conceitualização implícita na qual sustentam-se esquemas, há sempre uma parte automática nas condutas do sujeito. Essa parte automática pode indicar possíveis compreensões e relações estabelecidas pelo sujeito, ainda que inicialmente elas não sejam explicitáveis.

Ainda, de acordo com Vergnaud (1991, p.165),

conceitos e teoremas explícitos constituem apenas a parte visível do iceberg da conceitualização: sem a parte escondida, constituída pelas invariantes operatórias, esta parte visível nada seria. Reciprocamente, só podemos falar das invariantes

operatórias integradas nos esquemas com o auxílio das categorias do conhecimento explícito: proposições, funções proposicionais, objetos-argumentos. Em resumo, a operacionalidade de um conceito deve ser experimentada através de situações variadas.

Nesse sentido, concluímos que definições não muito precisas matematicamente, mas coerentes nos seus usos, relações, aplicações e contextos apontam – através dessas situações diversas – a conceitualização implícita e, portanto, indicam a aprendizagem de matemática.

É importante salientar que não se trata de apontar conceitualizações totalmente implícitas, a observação e utilização de conceitualizações explícitas é indispensável no processo de aprendizagem, caso contrário correríamos o risco de debatermos sobre suspeitas de aprendizagem sem indicadores ou dados para analisar.

De acordo com os estudos de Vergnaud (1991), um **Conceito** é constituído por três conjuntos: as **Situações** que dão sentido ao conceito (a referência); as **Invariantes** operatórias do esquema (o significado – a sua definição); e as formas que permitem representar o conceito, as suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o **Significante** – as suas aplicações).

$$C = (S,I,S)$$

Desse modo, “estudar o desenvolvimento e o funcionamento de um conceito, no decurso da aprendizagem ou quando da sua utilização, é necessariamente considerar estes três planos ao mesmo tempo” (VERGNAUD, 1991, p.166). A construção de um conceito dá-se, então, quando há uma sinergia entre a referência (a situação problemática que instiga a curiosidade), o significado (a definição do conceito) e o significante (as aplicações e relações que o conceito permite).

O Campo Conceitual de uma dada estrutura matemática é o conjunto das situações cujo tratamento faz uso dessa estrutura e o conjunto dos conceitos e teoremas que possibilitam a análise dessa situação como matemática. Estes conceitos não aparecem sozinhos nas

produções dos jovens e possuem significância porque existem teoremas verdadeiros que os confirmam. Nesse caso, as definições expostas pelos jovens não possuem a precisão de teoremas matemáticos, mas indicam reais aprendizagens dos autores.

O autor afirma, também, que não é possível imaginar um processo de aprendizagem de matemática sem que sejam reconhecidos pelo sujeito analogias e parentescos entre as classes de situações já dominadas e as novas situações a conquistar. Ou seja, a permanente busca por relações entre aprendizagens já construídas e consolidadas pelo sujeitos com novas construções é fundamental para o processo de aprender matemática.

Essas situações – as habituais da vida dos jovens e não as forçadas em livros didáticos ou propostas por professores – são permeadas de dados e informações pouco ou nada pertinentes aos conceitos matemáticos, por exemplo. Nesses casos, o tratamento delas se faz necessário e passa pela identificação das questões e operações pertinentes para estabelecer uma classificação sistemática. Esse tratamento e identificação dos conceitos matemáticos nas situações complexas do cotidiano dos jovens permitem a construção desses conceitos e, portanto, a aprendizagem de matemática.

Vergnaud (1991, p.179) acrescenta que “são as situação que dão sentido aos conceitos matemáticos, mas os sentidos não estão nas próprias situações. [...] O sentido é uma relação do sujeito com as situações e os significantes”, ou seja, com as aplicações dos conceitos. Por exemplo, o sentido do conceito da proporção para um sujeito está no conjunto dos esquemas que ele pode utilizar para tratar das situações que lhe surgem e implicam a ideia de proporção, bem como os esquemas que pode utilizar para operar com proporção.

Sendo assim, pode-se concluir que a aprendizagem de conceitos matemáticos, segundo Vergnaud (1991) deve surgir do tratamento de situações problemáticas complexas que instiguem a curiosidade dos jovens. Essa construção ocorre enquanto o sujeito busca a solução da situação problemática, passando por inúmeras tentativas, sucessos, insucessos,

reflexões e descobertas. A exposição dos conceitos pelos jovens é feita por definições sem o rigor e a formalidade de teoremas matemáticos, no entanto, indicam a aprendizagem desses conceitos. Além disso, o que eles expõem, em verdade, constitui uma pequena parcela do processo de conceitualização e, portanto, das suas aprendizagens. Em última análise, um conceito é constituído pelas situações que lhe dão sentido – o contexto –, a sua definição e as suas aplicações. Assim, os indicadores que permitem analisar a aprendizagem de matemática passam por esses três conjuntos do conceito. Uma aprendizagem completa é indicada por produções e manifestações que apontem a compreensão desses três conjuntos pelo sujeito.

3.4 Construção de um currículo de matemática para uma sexta série

Ao tratar de currículo deve-se ter claro que, segundo Silva (2001) muitos são os autores e as teorias que definem currículo, no entanto a questão central que serve de pano de fundo para todos eles é saber “qual conhecimento deve ser ensinado” (p.14).

A proposta de Projetos de Aprendizagem remete a pensar no (e estabelecer um paralelo com o) dito currículo oculto, o qual, segundo Silva (2001), consiste nas características estruturais e na situação de ensino da sala de aula, mais do que seu conteúdo explícito, sendo “constituído por todos aqueles aspectos do ambiente escolar que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito, contribuem, de forma implícita, para aprendizagens sociais relevantes” (p. 78).

Com os Projetos de Aprendizagem pretende-se, fundamentalmente, criar situações nas quais os alunos aprendam a colocar e resolver problemas, aprendam a buscar respostas às suas inquietações e curiosidades e, enfim, aprendam a aprender.

Essa seria a parte implícita do currículo construído via Projetos de Aprendizagem.

Silva (2001) levanta que a construção de um currículo sempre está atrelada a uma definição de qual é o tipo de ser humano que se deseja para um determinado tipo de sociedade. Respondo a esta questão: a Sociedade da Informação e da Comunicação precisa de sujeitos curiosos, criativos, inovadores, inventivos, investigativos; sujeitos que preservem essas características das crianças – lembremos da fase dos porquês – e dos Homo Zappiens. Com isso, rechaçamos um currículo que se utilize da concepção bancária da educação, na qual o conhecimento seria confundido com um ato de depósito bancário, e vislumbramos os Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica para a Sociedade da Informação e da Comunicação.

Além desse aspecto, o currículo também é composto pelos conceitos referentes às áreas de conhecimento tratadas na escola. Ao desenvolver Projetos de Aprendizagem deve-se estar atento a isso.

Segundo Macedo (2002, p. 23), alguns supõem que “o professor construtivista não precisa valorizar os conteúdos ou matérias escolares, tanto quanto o fazem os professores da escola tradicional. Trata-se de um engano”, a mudança está no que se faz com os conhecimentos e como eles são tratados por professores e alunos.

Com Piaget (2007, p. 55), constata-se que essa mudança – para criar uma lógica na criança e no adolescente – está na substituição das “mais esplêndidas preleções” pela “pesquisa ativa e experimental”.

A segunda das questões acessórias que norteiam o presente trabalho trata das aprendizagens de matemática que sustentam a aprovação de alunos da sexta para a sétima série do ensino fundamental. Para tanto, torna-se necessário refletir sobre qual seria o currículo de matemática para esses alunos. Poder-se-ia buscar a definição de um currículo padrão de matemática para a referida série, o que, contudo, entendo impossível.

A flexibilização curricular defendida como necessária aos Projetos de Aprendizagem permitiria facilmente – e com razão – a fuga dessa definição de conceitos e conteúdos de matemática para a sexta série do ensino fundamental. No entanto, os alunos que desenvolvem Projetos de Aprendizagem estão, ainda, cercados de currículos tradicionais de matemática. Por que não tentar estabelecer uma comparação de conteúdos entre estas duas práticas divergentes? Do ponto de vista das teorias que apoiam os Projetos de Aprendizagem os ganhos são eminentes, mas e do ponto de vista dos conteúdos da escola tradicional, será que existem perdas significativas?

Para isso se justifica a busca por um currículo de matemática para a sexta série do ensino fundamental.

A atividade docente de matemática leva-nos a elaboração anual de currículos para as diferentes séries e alunos, da mesma forma que nos apresenta variadas sugestões e orientações para tanto.

Neste tópico, então, não pretendo buscar um currículo universal para a atividade docente de matemática nem mesmo discutir mais a relevância dessa construção ao trabalhar com Projetos de Aprendizagem, mas apresentar um panorama dos currículos que permeiam os sujeitos desta investigação e propor um currículo síntese para essa sexta série. Certamente esse currículo síntese não é único, tampouco a melhor das interpretações possíveis, mas constituirá a referência que preciso para este estudo, no intuito de analisar se a prática de Projetos de Aprendizagem pode dar conta dos conteúdos tradicionalmente básicos para essa etapa letiva.

Nesse sentido, quatro serão os focos de análise: os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), as orientações da Secretaria Municipal de Educação de São Leopoldo/RS (SMED-SL), os planos de estudo de matemática das sextas séries de 2007 e

2009 da escola na qual o estudo foi realizado e alguns livros didáticos disponíveis na biblioteca da mesma escola.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) trazem inicialmente um histórico da prática docente de matemática no Brasil e, em seguida, orientações atuais para essa atividade didática. Entre elas, muitas corroboram com a prática de Projetos de Aprendizagem e seus ideais. Como, por exemplo, o “interesse pela realização de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental de sua [do aluno] aprendizagem” (BRASIL, 1998, p.43).

Ao tratar dos conteúdos propostos para o terceiro ciclo (5^a e 6^a séries) é feita uma importante ressalva nos PCN (BRASIL, 1998, p.54), salientando que

ao serem reinterpretados regionalmente (nos estados e municípios) e localmente (nas unidades escolares), os conteúdos, além de incorporar elementos específicos de cada realidade, serão organizados de forma articulada e integrada ao projeto educacional de cada escola.

Além disso, ao tratar da avaliação, expõem que os seus critérios não devem expressar todos os conteúdos trabalhados, mas apenas os fundamentais para caracterizar que o aluno desenvolveu as capacidades previstas de modo a continuar aprendendo no ciclo seguinte.

De tal sorte, os PCN apontam conceitos e conteúdos a serem tratados, no entanto destacam que eles deveriam ser revistos e reconstruídos de acordo com as características de cada escola. Ainda assim, proponho uma síntese desses conceitos e conteúdos:

Tabela 3.4 – Síntese dos conceitos e conteúdos de matemática propostos pelos PCN para o terceiro ciclo

Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática Síntese dos conceitos e conteúdos propostos para o terceiro ciclo
Números Naturais
Múltiplos e Divisores
Números Decimais
Números Inteiros
Números Racionais
Potenciação
Radiciação
Proporção
Porcentagem
Princípio Multiplicativo e Contagem
Equações de primeiro grau
Classificação de figuras bi e tridimensionais
Ângulos
Planificações
Soma dos ângulos internos de um triângulo
Reconhecimento de diferentes grandezas como comprimento, massa, capacidade, tempo, temperatura, velocidade
Identificação de unidades de medida
Utilização de instrumentos de medida
Cálculo de área
Cálculo de volume através da contagem de cubos
Coleta e organização de dados
Leitura e interpretação de tabelas e gráficos
Média aritmética

Observemos que o eixo curricular extraído dos PCN diz respeito ao terceiro ciclo, portanto duas séries, a quinta e a sexta. Desse modo, muitos dos conceitos são tratados já no primeiro ano do ciclo, o que nos aponta a necessidade de uma reinterpretação da síntese proposta, o que, entretanto, não é possível fazer apenas com as informações trazidas no documento referência. Neste sentido lanço mão da minha prática pedagógica e proponho a seguinte divisão por séries:

Tabela 3.5 – Separação seriada dos conceitos e conteúdos de matemática propostos pelos PCN para o 3º ciclo

Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática Síntese dos conceitos e conteúdos propostos para o terceiro ciclo	Divisão por séries ⁶	
	5ª	6ª
Números Naturais	X	
Múltiplos e Divisores	X	
Números Decimais	X	X
Números Inteiros		X
Números Racionais	X	X
Potenciação	X	X
Radiciação	X	X
Proporção		X
Porcentagem		X
Princípio Multiplicativo e Contagem	X	
Equações de primeiro grau		X
Classificação de figuras bi e tridimensionais	X	X
Ângulos		X
Planificações	X	
Soma dos ângulos internos de um triângulo		X
Reconhecimento de diferentes grandezas como comprimento, massa, capacidade, tempo, temperatura, velocidade	X	X
Identificação de unidades de medida	X	X
Utilização de instrumentos de medida	X	X
Cálculo de área	X	X
Cálculo de volume através da contagem de cubos	X	
Coleta e organização de dados	X	X
Leitura e interpretação de tabelas e gráficos	X	X
Média aritmética	X	

A SMED-SL fornece um eixo básico de conhecimentos a serem trabalhados em cada série escolar. Esse eixo, segundo as orientações, é flexível e deve ser adaptado à realidade de

6 Os conceitos e conteúdos assinalados nas duas séries costumam ser tratados inicialmente na 5ª série e aprofundados na etapa seguinte.

cada comunidade escolar, sem deixar de servir como referência municipal. Ele é composto dos seguintes conhecimentos:

Tabela 3.6 – Eixo básico de conhecimentos proposto pela SMED-SL para a 6ª série do ensino fundamental

Secretaria Municipal de Educação de São Leopoldo/RS Eixo básico de conhecimentos de matemática para a 6ª série do ensino fundamental
Números Naturais
Números decimais
Números Inteiros
Números Racionais
Equações do primeiro grau
Proporcionalidade
Porcentagem

A escola na qual foi realizado o presente estudo, nos anos de 2007 e 2009 (anos anterior e posterior à pesquisa realizada), contou com diferentes professores – além de mim – que foram responsáveis pela disciplina de matemática com a sexta série. Sendo assim, optei por analisar os planos de estudo por eles elaborados (e não os meus) e apresento a seguinte síntese de conteúdos:

Tabela 3.7 – Síntese dos conteúdos propostos nos planos de estudos de matemática para a 6ª série do ensino fundamental

Planos de Estudo 2007 e 2009 Síntese dos conteúdos propostos para a 6ª série do ensino fundamental
Números Inteiros
Equações do primeiro grau
Razão
Proporção
Porcentagem
Gráficos

Por fim, o quarto foco de análise são alguns livros didáticos de matemática disponíveis na biblioteca da escola. A minha experiência docente, bem como discussões com colegas professores de matemática e análises neste mestrado profissional, entretanto, apontam que os livros didáticos possuem algumas imprecisões matemáticas, o que não é relevante no momento, e raras vezes são explorados na íntegra com os alunos. Eles costumam servir como um suporte – teórico e de exercícios – para as aulas, mas não como base curricular a ser seguida. Ainda assim, os livros didáticos são elaborados à luz dos PCN e aprovados pelo Ministério da Educação (MEC), portanto podem caracterizar uma tendência de seleção de conteúdos nacionalmente aceita.

A partir da análise de quatro livros didáticos⁷, proponho a seguinte síntese de conceitos e conteúdos:

Tabela 3.8 – Síntese dos conceitos e conteúdos propostos em livros didáticos para a 6ª série do ensino fundamental

Livros didáticos de matemática Síntese dos conceitos e conteúdos propostos para a 6ª série do ensino fundamental
Números Inteiros
Números Racionais
Potenciação
Radiciação
Equações do primeiro grau
Sistemas de equações do primeiro grau
Razão
Proporção
Porcentagem
Gráficos
Ângulos

⁷ Os livros didáticos selecionados foram: Bigode (2000), Bonjorno, Bonjorno e Olivares (2006), Iezzi, Dolce e Machado (2009) e Mori e Onaga (2009).

As análises e sínteses apresentadas neste tópico fornecem um panorama dos currículos de matemática que circundam os alunos sujeitos desta investigação de mestrado e possibilitam a construção de um currículo de matemática ao qual eles estariam atrelados se não fizessem parte desta experiência inovadora.

Tal currículo é relevante ao passo que possibilitará uma comparação entre a seleção de conteúdos que provavelmente seria feita para as aulas de matemática desses alunos e os conceitos de matemática que foram estudados por eles ao desenvolverem as suas pesquisas e investigações para os seu Projetos de Aprendizagem. Pretende-se, com isso, verificar se os conteúdos tradicionalmente tratados nas aulas de matemática de uma sexta série do ensino fundamental podem ser estudados a partir de Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos.

Assim, apresento o seguinte currículo de matemática como a síntese⁸ das seleções de conceitos, conteúdos e conhecimentos expostas neste tópico.

Tabela 3.9 – Currículo síntese para uma sexta série do ensino fundamental

Síntese dos conceitos, conteúdos e conhecimentos de matemática propostos para a sexta série do ensino fundamental
Números decimais
Números Inteiros
Números Racionais
Equações do primeiro grau
Razão
Proporção
Porcentagem
Gráficos
Potenciação
Radiciação
Ângulos

⁸ A seleção de conteúdos realizada na presente síntese priorizou os itens que constaram em pelo menos duas das sínteses anteriores.

Capítulo 4 – Proposta de trabalho

- Quais foram os métodos, técnicas e procedimentos utilizados para resolver o problema de pesquisa?
- Como foi desenvolvida a experiência de Projetos de Aprendizagem em matemática?
- É possível construir um modelo *passo a passo* para desenvolver Projetos de Aprendizagem?

4.1 Método de Pesquisa

O problema de pesquisa proposto será estudado a partir da elaboração e experimentação de uma proposta didática inovadora que se apoie no uso de Projetos de Aprendizagem para a aprendizagem de matemática de alunos de uma turma de sexta série do ensino fundamental, conforme exposto e defendido nos capítulos precedentes.

Como veremos na seção seguinte, a experiência foi realizada como estratégia didática regular para as aulas de matemática em uma turma de alunos, portanto, foi desenvolvida no seu ambiente natural: a escola, no seu turno regular de atividade. Optou-se,

assim, pelo Estudo de Caso como método de pesquisa mais apropriado para analisar os dados e decidir pela validade – ou não – da proposta levantada.

O Estudo de caso é a melhor opção por se tratar de um método qualitativo de pesquisa caracterizado por examinar um fenômeno no seu ambiente natural, não existindo uma visão predeterminada da realidade, mas a busca por descobertas. Nesse método, parte-se de certos pressupostos teóricos iniciais, contudo o caso e o objeto de estudo são construídos durante a investigação, surgindo novos elementos, dimensões e observáveis.

O foco das análises foram os Projetos de Aprendizagem e a construção conceitual de matemática dos alunos envolvidos. Caracterizou-se, o estudo, por “constituir uma unidade dentro de um sistema mais amplo. O interesse, portanto, incide naquilo que ele tem de único, de particular. Quando queremos estudar algo singular, que tenha valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso” (GARCIA; MATTOS; PRETO, 2010).

Considerarei, nesta investigação, como unidade cada um dos grupos de alunos que foram formados na turma, o que, é pertinente ao método adotado, na medida em que no Estudo de Caso, “o caso consiste geralmente no estudo aprofundado de uma unidade individual, tal como: uma pessoa, um grupo de pessoas, uma instituição, um evento cultural, etc.” (CASO ESTUDO, 2010).

O Estudo de Caso permite um acompanhamento longitudinal dos sujeitos investigados, possibilitando um registro sequencial dos acontecimentos, manifestações, leituras, aprendizagens. Neste sentido a coleta dos dados precisa ser sistemática e precisa de modo a levantar os dados e indicadores necessários ao estudo das questões levantadas nesta investigação.

A coleta de dados aproximou-se da observação participante, uma vez que esta combina “a análise documental, a entrevista, a participação, a observação direta e a introspecção” (GARCIA; MATTOS; PRETO, 2010).

Desta forma, no trabalho proposto, os dados foram coletados semanalmente através:

- das produções dos alunos por meio de elaboração de um website para cada Projeto de Aprendizagem;
- de entrevistas e registros de conversas com alunos durante as orientações às suas pesquisas;
- do Diário de Bordo elaborado pelo pesquisador; e
- de fotos e vídeos dos alunos durante o desenvolvimento das suas investigações.

Dentre os cinco Projetos de Aprendizagem desenvolvidos na presente investigação optei pela análise de três deles em função da maior riqueza dos dados coletados, o que possibilita uma análise mais fidedigna e qualificada dos mesmos.

Os demais trabalhos, embora contemplem conceitos de matemática nas suas pesquisas, não foram sistematicamente registrados. Tal fato indica – juntamente com a observação exposta no capítulo 3, seção 3.2 –, desde já, um aspecto a ser revisto para investigações futuras, nas quais a coleta de dados deverá focar todas as frentes de trabalho de maneira sistemática e pormenorizada e não apenas pontual em alguns casos.

4.2 Experiência proposta

Conforme exposto nos capítulos anteriores, a experiência desta dissertação foi desenvolvida junto a uma turma de sexta série da Escola Municipal de Ensino Fundamental Paul Harris, de São Leopoldo/RS. A referida turma era composta por 24 alunos na faixa etária de 11 a 15 anos, o que era comum às outras sextas séries da escola.

A opção de trabalho com essa turma – como exposto no capítulo 2, seção 2.2 – deu-se em função da melhor combinação dos horários livres para agendamento na biblioteca da escola e no EVAM – Espaço Virtual de Aprendizagem Multimídia – com os horários das minhas aulas. Além disso, ambos os espaços da escola possuíam horários para agendamento direto para os alunos no contra-turno escolar, dessa forma, seria possível a eles buscar informações e produzir em outros momentos que não os dedicados às aulas regulares.

A proposta foi desenvolvida no período regular de ensino e constituiu a estratégia pedagógica adotada para a aprendizagem de matemática dos alunos. Portanto, os alunos desta turma tiveram as suas aprendizagens de matemática construídas a partir do desenvolvimento dos seus Projetos de Aprendizagem.

Propus, então, que no segundo semestre letivo do ano de 2008 os alunos desenvolvessem Projetos de Aprendizagem e aprendessem matemática com eles.

4.2.1 Passos essenciais ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem

A inexistência de manuais ou tutoriais *passo a passo* para o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem é, acredito, uma opção consciente, na medida em que – ao contrário do que ocorre com as estratégias e técnicas tradicionais de ensino-aprendizagem – o dia a dia desses projetos é flexível, adequando-se às realidades de alunos, professores e escola em que são propostos. Assim como o currículo, a dinâmica dos Projetos de Aprendizagem é flexível e mutável.

No entanto, considero que alguns momentos são essenciais e, ainda que possam ser desenvolvidos de variadas maneiras, constituem a *coluna vertebral* do trabalho com Projetos de Aprendizagem, são eles:

- Atividades disparadoras de ideias e curiosidades;
- Lançamento das Perguntas Iniciais pelos alunos;
- Investigação propriamente dita, a qual engloba a busca de informações, a análise das mesmas e a produção dos alunos;
- Rodadas de Projetos;
- Fórum de Projetos.

As atividades disparadoras de ideias e curiosidades são propostas diversificadas realizadas no intuito de proporcionar aos alunos momentos de despertar sua curiosidade sobre a vida e o mundo que os cerca. Essas atividades podem versar sobre variados assuntos, especialmente temáticas que propiciem aos alunos experiências novas, portanto, prioriza-se temáticas inovadoras em relação aos assuntos corriqueiros da escola. Costumam ser conduzidas por professores da escola, professores convidados, palestrantes,icineiros, entre outros, podendo ser desenvolvidas tanto na escola quanto em outros ambientes a partir de saídas de campo.

Algumas propostas de atividades disparadoras de ideias e curiosidades de que participei dizem respeito a: experiências científicas; criação de programa de rádio; confecção de painéis e de *scrapbooks*, gravação e edição de filmes; criação de Mapas Conceituais¹; ciências ocultas; saídas de campo (jardim zoológico, jardim botânico, museus de ciência e tecnologia, museus de arte, mostras sobre o universo, observatório astronômico, planetário,

¹ A criação de Mapas Conceituais a que me refiro é atrelada a uma abordagem construtivista, como proposta por Dutra, Fagundes e Cañas (2004). Nela, as ligações entre conceitos – dois a dois – é feita por intermédio de um verbo e formam, assim, uma proposição lógica. São elas, portanto, suscetíveis a verificação de 'verdadeiro ou falso', sem a necessidade de análise integral do Mapa Conceitual.

passeios de barco); momentos de leitura e de leitura comentada; filmes e vídeos diversos e curiosos; mesa redonda e seminários; palestras; entre outros.

Nessas atividades, os alunos devem ter a oportunidade de observar e pensar em assuntos diversos e de fazer perguntas e explorar a sua curiosidade. É importante que experimentem fazer perguntas sobre diferentes temáticas e procurem analisá-las de modo a decidirem se constituem perguntas de pesquisa ou não. No caso de considerarem que não são perguntas que geram uma pesquisa relevante, eles podem reconstruí-las de modo que continuem vinculadas aos seus interesses e possibilitem uma investigação significativa. Essa prática e a diversidade das atividades propostas contribuem muito na qualidade das perguntas lançadas na etapa seguinte.

Sobre as ditas *perguntas de pesquisa*, ainda, um exemplo simples e comum dessa prática é a pergunta *quando o futebol foi inventado?*. Neste caso, a pesquisa que seria necessária para respondê-la é mínima. Em poucos minutos um aluno descobre que no ano de 1848 estabeleceu-se, em Cambridge, um código de regras para o futebol e que a partir de então, com regras claras e objetivas, começou a ser praticado por estudantes e filhos da nobreza inglesa.²

Ainda que o assunto possibilite muitas investigações e aprendizagens³ é extremamente artificial desenvolver um Projeto de Aprendizagem a partir de uma pergunta já respondida. Por outro lado, a pergunta: *como surgiu e evoluiu o futebol ao longo dos anos para chegar ao que praticamos hoje?* pode ser considerada uma pergunta que gera uma pesquisa e, portanto, um Projeto de Aprendizagem. Notemos que a dúvida sobre quando o

2 Informações extraídas do Portal Sua Pesquisa <<http://www.suapesquisa.com/futebol>>, acessado em 13 set. 2010.

3 Como, por exemplo, em matemática questões referentes a: bola de jogo (volume, superfície, pressão e massa); dimensões do campo (comprimento, superfície, ângulos, círculos e circunferências); combinações e fórmulas para organização de campeonatos e torneios; construção de tabelas e gráficos; cálculos de médias, de aproveitamento e de porcentagens; e uso de números positivos e negativos, entre outros, são conceitos e noções que surgem de modo quase imediato e podem ser explorados com os alunos.

futebol foi inventado mantem-se na investigação, no entanto passou a ser uma parte da pesquisa e não o seu objetivo único.

Após esse período de curiosidades e perguntas diversificadas, é destinado um momento para que os alunos formulem uma pergunta – a Pergunta Inicial – que, entre todas as suas dúvidas e curiosidades, seja a mais instigante e que mais lhes desperte o desejo de conhecer e buscar respostas. Costumo brincar com os alunos que deve ser uma curiosidade que dê vontade de pesquisar até no domingo de tarde.

Com base nos assuntos relacionados às Perguntas Iniciais propostas pelos alunos são formados os grupos de pesquisa; em geral esse agrupamento é proposto em cooperação por alunos e professores. Uma dinâmica possível para constituí-los é distribuir as perguntas entre os alunos – não necessariamente cada aluno com a sua pergunta – e convidar um a lê-la. Após, todos que estão com uma pergunta semelhante ou que por algum motivo a relacionam à sua pergunta, argumentam por agrupá-las. Depois de todos os grupos formados é interessante fazer uma releitura das perguntas para eventuais trocas e remanejamentos de grupos.

A partir de então, estão formados os grupos de pesquisa. Geralmente os alunos passam, nesse momento, a analisar os motivos de estarem juntos, elaboram uma nova Pergunta Inicial – que englobe todos os assuntos por eles levantados – e iniciam as pesquisas.

Ao elaborar essa nova Pergunta Inicial, é interessante solicitar que os alunos registrem as suas certezas provisórias e dúvidas temporárias, as quais podem ser tratadas também como conhecimentos e curiosidades relacionados à Pergunta Inicial, por exemplo. Destaco a expressão certezas provisórias, por indicarem que os conhecimentos constituem certezas apenas momentâneas, que podem, sempre, ser alteradas, excluídas ou mesmo confirmadas por pesquisas futuras. Da mesma forma, as dúvidas são ditas temporárias, reafirmando o compromisso por enfrentá-las ao desenvolver o Projeto de Aprendizagem. É importante destacar, ainda, que toda dúvida ou curiosidade está atrelada a uma ou mais

certezas ou conhecimentos de quem as propõem. Sobre isso podemos afirmar: *não há dúvida sobre algo de que nada conhecemos!*

O terceiro item – a investigação propriamente dita – é o que possui mais meandros e, portanto, possibilita uma infinidade de formulações, reformulações ou adaptações, todas pertinentes a uma relação construtivista na interação professor-aluno-conhecimento.

Em suma, ele trata da busca de informações, das análises das mesmas e das produções dos alunos. Pesquisas bibliográfica, de campo e de opinião são métodos frequentemente utilizados para a coleta de informações, as quais sempre devem ser acompanhadas de registros, análises e reflexões por parte dos alunos. As produções também assumem diferentes perspectivas, tais como: produção de textos; criação de websites ou livros; elaboração de Mapas Conceituais; gravação de filmes; confecção de painéis, maquetes, apresentações de slides; entre outros.

As orientações e debates entre pesquisadores e orientador são constantes, ocorrendo sistematicamente durante as aulas e esporadicamente em encontros eventuais ou mesmo agendados entre um grupo de pesquisadores e o orientador.

O quarto item da *coluna vertebral* é desenvolvido durante as investigações. Nas Rodadas de Projetos cada um dos grupos de pesquisa apresenta aos colegas e ao orientador as suas descobertas, conclusões, opiniões e dúvidas atuais; os materiais construídos – textos, websites, livros, Mapas Conceituais, filmes, painéis, maquetes, apresentações de slide etc. –; e as perspectivas de trabalho (planejamento das próximas atividades).

As Rodadas de Projetos constituem um importante momento de orientação e de tomada de consciência por parte dos alunos. Além disso é muito interessante, porque todos os colegas têm a oportunidade de debater, sugerir e levantar novas questões para a investigação. Com isso, “percebe-se que o aluno pode assumir também o papel de orientador do projeto do colega, tendo a oportunidade de analisar a investigação, fazendo com que tome consciência de

importantes aspectos da sua investigação que ainda não lhe estavam claros” (MATTOS; FERRARI JÚNIOR; MATTOS, 2005, p. 5).

Por fim, todo Projeto de Aprendizagem deve ter uma culminância: o Fórum de Projetos. Nele, são realizadas as apresentações formais, nas quais os alunos expõem todas as suas construções realizadas ao longo das investigações. Essas apresentações podem ser feitas das mais variadas formas e com diversos recursos – condizentes com as suas produções –, cabendo aos pesquisadores, em conjunto com seu orientador, planejar como serão desenvolvidas.

Além dos próprios apresentadores e colegas, o Fórum de Projetos pode contar com convidados, tais como: direção, supervisão, demais professores e colegas da escola; membros da Secretaria de Educação e professores convidados; e demais convidados externos à escola. Muitas vezes, é formada por representantes de todos os segmentos presentes uma banca avaliadora para as apresentações.

Nesta nova proposta de Projetos de Aprendizagem vinculados à área de matemática, trago uma novidade: o compromisso diário dos alunos em descobrir como as suas aprendizagens são e relacionam-se com matemática. Desde o momento da formulação da Pergunta Inicial, nas suas hipóteses já devem aparecer os conceitos, conteúdos ou mesmo assuntos de matemática que se relacionam – ainda enquanto hipóteses – e podem ser aprofundados ao longo do trabalho. Espera-se que as relações inicialmente levantadas sejam qualificadas ou mesmo alteradas e aprofundadas à medida que os alunos avancem nas investigações, de modo a possibilitar aprendizagens que sustentem a aprovação dos mesmos para a etapa letiva seguinte.

4.2.2 Cronograma de atividades proposto

Com base na *coluna vertebral* dos Projetos de Aprendizagem exposta na seção anterior, foi elaborado um cronograma de atividades para experimentar a proposta inovadora de construção conceitual de matemática via Projetos de Aprendizagem.

Inicialmente pensei em desenvolvê-la em dez encontros, mas acabei optando por doze, reservando, assim, um dia para as atividades disparadoras de ideias e curiosidades e a formulação das Perguntas Iniciais e outro para o Fórum de Projetos. Como esperado, o cronograma sofreu modificações durante a experiência, no entanto consegui que fossem mínimas para respeitar a coleta de dados desta dissertação.

Expus esse fato para salientar que o desenvolvimento de um Projeto de Aprendizagem não é rígido; sua flexibilidade indica que as construções e aprendizagens de alunos e professores são constantes e produzem impactos no cotidiano escolar.

Passemos, então, ao cronograma de atividades que propus, já com as suas pequenas adaptações.

Foram doze encontros semanais de duas horas de duração: das 10 às 12 horas das terças-feiras, horários regulares das minhas aulas com a turma 61, nos quais, além da sala de aula, era possível utilizar a biblioteca da escola em tempo integral e o EVAM, no intervalo das 10 horas e 20 minutos até as 11 horas e 30 minutos. Saliento que este contava com nove computadores com acesso à Internet e com o software Netscape Composer instalado, o qual seria utilizado para a criação dos websites de cada um dos Projetos de Aprendizagem.

Primeiro encontro: destinado às atividades disparadoras de ideias e curiosidades e à formulação das Perguntas Iniciais.

Ainda que preferencialmente as atividades disparadoras de ideias e curiosidades devam ser amplas e diversificadas, ocupando, por óbvio, vários encontros, optei por realizá-las em um momento único. Tentei minimizar as perdas recheando-as com variados assuntos.

Iniciei com a apresentação de dois vídeos (totalizando cerca de dezoito minutos de duração) que tratavam do planeta Terra (seus polos; o fundo do mar e o todo das montanhas; as cavernas tropicais e os desertos; alguns fenômenos naturais como a vida na Antártida – as baleias Jubarte e o pinguim Imperador –, a aurora boreal e austral; entre outros) e do universo (como surgiu o mundo, de onde viemos e para onde vamos; os celtas, os índios, o sol e o calendário solar; o caos, o tempo e o big-bang; dos gregos à ciência moderna; Galileu Galilei e a Igreja; a nova astronomia; desertos; vulcões; e a infância “violenta” do planeta Terra).

Em seguida, passei para a apresentação de um grupo de alunos que desenvolveu um Projeto de Aprendizagem sobre a existência de vida em outras galáxias e, na sequência, para a discussão sobre as experiências que o grupo realizou com o objetivo de melhor compreender o conceito de densidade.

Após, apresentei uma compilação – resumida – de quatro vídeos, totalizando cerca de quatorze minutos, os quais tratavam de: surfe no Hawai, o vulcão Mauna Kea no Hawai e o observatório astronômico no monte Mauna Kea, no Hawai; a arte feita com areia e as mãos; e experiências com imãs: bussolas caseiras, motor magnético caseiro e levitação.

Por fim, fiz a leitura do livro “O menino que aprendeu a ver”, de Ruth Rocha. A escolha do livro ocorreu por duas razões. A primeira foi a exclusão do livro “A Curiosidade Premiada”, de Fernanda Lopes de Almeida, porque eu já havia realizado essa leitura com a turma anteriormente. A segunda razão foi por relacionar o menino que está aprendendo a ver as letras (a cada dia que ele aprende uma nova letra todos os cartazes, revistas etc. passam a ter esta letra e não apenas os riscos indecifráveis de antes), com a nova proposta de Projetos de Aprendizagem, na qual os alunos devem aprender a ver a matemática em assuntos até

então totalmente alheios a ela, assim como ver a matemática que existe além de cálculos e fórmulas.

Ao término de cada um dos tópicos trabalhados, o debate e o levantamento de curiosidades foram permitidos e incentivados.

A partir disso, propus que os alunos, individualmente, formulassem as suas Perguntas Iniciais (cada aluno a sua). Enquanto eles pensam e escrevem as suas perguntas, é interessante circular entre os alunos para ajudá-los a escrever uma pergunta que seja exatamente o que eles pretendem investigar e seja uma pergunta de pesquisa (perguntas do tipo: Quando...? Quem...? Quantos...? costumam ser interessantes com perguntas secundárias, mas não como a principal).

Além da pergunta, considero importante solicitar que os alunos escrevam o que os leva a fazer tal pergunta (qual é a origem, a justificativa, da curiosidade) e como imaginam que será a resposta (qual é a hipótese deles). Essas respostas são importantes para a efetiva compreensão do que eles pretendem saber⁴ (muito importante no momento da formação dos grupos por afinidade de interesse) e para posteriormente eles compararem as suas descobertas com o que imaginavam. Além disso, trazem um pouco do que os alunos já conhecem sobre o tema e contribui para o andamento das pesquisas.

Nas hipóteses, solicitei, também, que cada um dos alunos registrasse quais eram os conceitos de matemática que estabeleciam relações com a pergunta proposta e como tais relações ocorriam. Assim, a preocupação deles em *aprender a ver* a matemática se faria presente desde o início dos projetos.

4 Um exemplo de confusão poderia ser a pergunta “como foi a evolução do homem?”. Sem conhecermos a justificativa do aluno ou a sua hipótese poderíamos imaginar tanto que ele pretende investigar a evolução biológica do ser humano e confrontar as teorias evolucionistas e criacionistas, quanto que ele se interessa pela evolução do homem enquanto sociedade, ou ainda que ele está curioso para entender o seu próprio corpo e as mudanças (evoluções) que estão acontecendo.

Segundo encontro: destinado à formação dos grupos e ao início dos trabalhos (Pergunta Inicial do grupo, relações matemáticas e caminhos a seguir).

Para realizar os agrupamentos seguiu a atividade exposta em páginas anteriores: a de distribuir as perguntas aos alunos e, a partir das suas leituras, formar os grupos de acordo com as sugestões da turma.

Considero interessante que o agrupamento seja proposto pelos alunos, e não apenas informado a eles, para que seja mantida e valorizada a autoria e o engajamento deles em todos os momentos da pesquisa. Além disso, é relevante que todos reflitam sobre todas as questões propostas e contribuam (e recebam contribuições) com os Projetos de Aprendizagem dos colegas, mesmo que passem a integrar diferentes grupos.

Durante essa atividade, é possível que um aluno seja seduzido pela pergunta de um colega e deseje abandonar a sua Pergunta Inicial, para, assim, envolver-se com a outra curiosidade, que desde então será sua também. Confesso que não simpatizo com essa possibilidade e tendo a não aceitá-la. No entanto, caso ocorra deve-se dedicar-lhe atenção e considerá-la. Costumo analisar a situação e caso entenda verdadeiro o desejo, concordo.

Justifico a minha manifesta antipatia pela possibilidade levantada por considerar que estas propostas de mudanças podem ser motivadas mais por amizades do que pela curiosidade e aí cria-se um vasto campo de frustrações, as quais também podem motivar importantes aprendizagens.

Com os grupos formados, passa-se à discussão (interna de cada um dos grupos) das razões do agrupamento. O resultado esperado dessas discussões é a formulação das Perguntas Iniciais que guiarão as investigações de cada um dos grupos de pesquisa. As perguntas individuais, tornam-se, então, questões acessórias à principal.

Em seguida, os grupos deveriam pensar em como a matemática poderá contribuir nas pesquisas.

Cabe, nesse momento, uma reflexão sobre a presença ou não de conteúdos. É fundamental que o orientador tenha presente que ao trabalhar com Projetos de Aprendizagem o foco deixa de ser o conteúdo a ser ensinado e passa a ser a curiosidade do aluno. Contudo, esses conteúdos não são abandonados, eles devem vir a tona em meio às investigações. Certamente não é possível definir antecipadamente quais os conteúdos que serão trabalhados, mas deve-se ter claro que eles se farão presentes e provavelmente estarão permeados por uma complexidade muito maior e mais interessante do que se poderia imaginar e planejar. Como esta proposta está vinculada à atividade docente de matemática e eu sou professor de matemática (é importante nunca esquecer disso), os alunos também devem estar comprometidos em perguntar sobre e estabelecer relações em matemática. Deve-se ter presente, também, que os Projetos de Aprendizagem abrangem muito mais do que apenas matemática. Neste sentido, é importante buscar contribuições com colegas de outras áreas de conhecimento, recebendo sugestões e materiais, convidando-os a conversar com grupos de alunos, proporcionando demandas a serem por eles tratadas em aula (se considerarem oportuno, claro) entre outros.

Por fim, os alunos decidiram como realizariam as investigações, passaram pelo levantamento do que já sabiam sobre o assunto e o que pretendiam pesquisar e definiram quais eram os passos e estratégias que seguiriam para buscar as informações que consideravam necessárias. Tiveram que decidir, também, como se organizariam para pesquisar, registrando os dias em que pesquisariam individualmente e as reuniões fora do horário de aula.

Terceiro, quarto e quinto encontros: dedicados às pesquisas e produções dos alunos e a orientações aos grupos, todos focados especialmente nas descobertas e aprendizagens vinculadas às Perguntas Iniciais e no estabelecimento de relações com a matemática.

Foi importante em cada um desses encontros iniciar conversando com os grupos sobre o que fizeram durante a semana (ente o encontro anterior e o atual), quais foram os materiais de pesquisa trazidos e como eles contribuem para responder às questões lançadas. Essa prática reforça o compromisso diários dos alunos em buscar materiais e produzir para as suas pesquisas.

Por vezes é recomendável, também, que o professor recomende leituras ou traga informações aos grupos e, depois, analise-as junto com os alunos. Essa prática os auxilia a aprender a analisar dados e informações colhidas. A busca de informações também é fundamental e deve ser orientada tanto na biblioteca quanto no EVAM.

A cada encontro, foram feitos – e é fundamental que isso ocorra – registros pelos grupos de pesquisa. Esses registros – nesta investigação – puderam ser realizados, prioritariamente, nos Portfólios⁵ de cada grupo e através da construção do website⁶ proposto.

Em todos os encontros foi necessário que os grupos discutissem e se preocupassem em ampliar e qualificar as relações entre as aprendizagens do Projeto de Aprendizagem e as construções conceituais de matemática. Estes foram momentos nos quais a orientação teve que ser frequente e, por vezes, mesclada com a atuação de especialista⁷ (em matemática).

Essa mescla – orientador e especialista – é muito delicada. O professor orientador deve evitar ser uma fonte de informações durante as pesquisas, ele tem a função de indicar caminhos e orientar os alunos em como fazer uma pesquisa, não *ensinar* e *responder* as perguntas. O professor orientador deve buscar o auxílio do professor especialista quando os alunos se deparem com uma dúvida que, após prévia investigação, pode ser debatida com um especialista no assunto. Quando o orientador e o especialista são a mesma pessoa todo

5 O Portfólio, em resumo, é uma pasta na qual os alunos mantém organizadas todas as suas produções e pesquisas realizadas durante o desenvolvimento do seu Projeto de Aprendizagem.

6 Foi proposta a construção de um website para cada Projeto de Aprendizagem, nele os alunos explicam hipertextualmente as suas aprendizagens, descobertas e conclusões. Alguns extratos dos websites serão trazidos no capítulo 6.

7 Refiro-me ao papel de Professor Especialista, como exposto no capítulo 3, seção 3.1 (p.43).

cuidado é pouco. As vezes o especialista pode se empolgar ou ter uma recaída, voltando à ensinagem.

Sexto encontro: dedicado à realização da primeira Rodada de Projetos.

Para essa primeira Rodada de Projetos optei por distribuir os alunos em círculo, com os componentes de cada grupo sentados próximos, e realizar as apresentações como uma conversa informal. Pretendi, com isso, diminuir a tensão dos apresentadores e possibilitar uma maior participação de todos nas sugestões, questionamentos e demais contribuições possíveis.

Além das contribuições dos colegas, a cada grupo fiz algumas orientações, as quais foram focadas em dois aspectos: indicar rumos para a aprendizagem de conceitos que contribuíssem na resolução das Perguntas Iniciais e apontar conceitos necessários às investigações, em especial aqueles em que eu vislumbrava uma possibilidade latente de relacionar com matemática. Um exemplo destes é o conceito de densidade, o qual será analisado no capítulo seguinte.

Após a Rodada de Projetos, os grupos reuniram-se para definir o que fariam até o próximo encontro e como dariam conta das orientações e recomendações recebidas.

Sétimo, oitavo e nono encontros: dedicados às pesquisas e produções dos alunos e a orientações aos grupos, todos com ênfase nos rumos definidos na primeira Rodada de Projetos, na construção do website e no estabelecimento de relações com a matemática.

Esses encontros foram muito intensos e produtivos. A qualificação das aprendizagens tanto gerais quanto matemáticas ganharam força com a Rodada de Projetos e foram aprofundadas em cada um dos encontros.

Foi importante utilizar os três ambientes que tínhamos disponíveis: a sala de aula, o EVAM e a biblioteca.

É interessante destacar, também, que alguns grupos buscaram a contribuição de outros professores da escola – como especialistas – e receberam um retorno muito positivo.

Com isso, trouxeram mais materiais, informações e reflexões para as suas análises e produções realizadas durante os três encontros.

Décimo encontro: dedicado à segunda Rodada de Projetos.

Nessa segunda Rodada de Projetos organizamos uma dinâmica de apresentações formais, com a apresentação propriamente dita (nome, turma, Pergunta Inicial etc.), organização completa do trabalho, expondo e explicando com detalhes as aprendizagens e descobertas, bem como as relações estabelecidas, e a conclusão, com as reflexões do grupo e a resposta atual à Pergunta Inicial. Caracteriza-se esse momento, em certa medida, também como um ensaio para o Fórum de Projetos.

Ao final de cada apresentação – e não durante elas, como ocorreu algumas vezes na primeira Rodada de Projetos – os colegas e orientador fizeram algumas ponderações e sugestões para o grupo. Em especial, cabia ao orientador indicar os conceitos a serem revistos ou aprofundados, as lacunas que deveriam ser preenchidas e demais recomendações pertinentes ao fechamento das investigações.

Concluída a Rodada de Projetos, os grupos voltaram a conversar sobre o que deveriam realizar até o próximo – e derradeiro – encontro, como marcar reuniões⁸, se necessário, e trataram de iniciar a conclusão das pesquisas e construção dos websites.

Décimo primeiro encontro: dedicado exclusivamente à conclusão dos websites.

Ainda assim, alguns grupos realizaram algumas rápidas pesquisas, mas todos dedicaram-se principalmente às suas produções e à conclusão dos websites.

Décimo segundo encontro: a culminância dos trabalhos, o Fórum de Projetos.

Participaram das apresentações, como plateia, todos os alunos da turma, os alunos de uma outra turma da escola – escolhi para convidar a turma 52, uma quinta série, por dois motivos: em primeiro lugar porque eu era o seu regente, espécie de professor conselheiro da turma, e, em segundo, por serem alunos mais jovens do que os apresentadores, fato que

⁸ Essa é uma prática recomendada ao longo de todo o trabalho e até certo ponto foi realizada pelos grupos.

costuma gerar menos nervosismo em comparação com apresentar a colegas de séries mais avançadas – alguns professores que contribuíram com os alunos ao longo das suas pesquisas e outros que se mostraram interessados em assistir, e a equipe diretiva da escola. Foi convidado também, é claro, o meu orientador nesta investigação.

Considerei este momento um verdadeiro sucesso, todos envolveram-se com a apresentação, alguns inclusive tiveram que superar a timidez ao falar para cerca de 50 pessoas. Vários alunos da turma 52 ficaram empolgados e manifestaram querer desenvolver Projetos de Aprendizagem no ano seguinte. Os professores e direção também ficaram surpresos com a qualidade das apresentações e ficaram contagiados pela proposta.

Capítulo 5 – Análise dos dados

- Os Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos versaram sobre quais assuntos?
- O que os alunos aprenderam de matemática ao longo das investigações?
- Como foram as atitudes e postura dos alunos frente às construções de conhecimento ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem?

A análise que será realizada na presente investigação de mestrado, conforme apontado anteriormente, focará três dos Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos envolvidos neste estudo. No entanto, decidimos expor em linhas gerais as cinco pesquisas realizadas, de modo a possibilitar uma visão geral do trabalho.

Para tanto, construímos a tabela a seguir, a qual traz um registro condensado sobre os cinco Projetos de Aprendizagem desenvolvidos e aponta aprendizagens de matemática possibilitadas pelos mesmos.

Tabela 5.1 – Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos

Questão	Conceitos de matemática explorados	Observações
Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?	Massa Volume Razão e Proporção (densidade, gravidade e velocidade) Potenciação Medida de comprimento (U.A.) e transformações (léguas, jardas, pés...) Área Objetos bi e tridimensionais Números decimais Medida de temperatura	Será analisado no presente capítulo, seção 5.1.
O Grand Canyon, a Aurora Boreal e o imã são produzidos pela natureza? como foram produzidos?	Unidades de medida de comprimento Transformações métricas Razão e Proporção (Escala e Densidade de Fluxo) Números Inteiros Áreas e transformações (polegada ² , centímetros ² e metros ²) Medidas e transformações (gaus, weber, maxweells, weber/cm ² e maxwell/m ²)	O Projeto de Aprendizagem foi bem desenvolvido pelos alunos e os conceitos de matemática foram explorados, no entanto a coleta de dados não fez registros sistemáticos.
Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?	Moda Média aritmética (divisão com resultado decimal) Mediana Frequência absoluta Porcentagem (Frequência relativa) Ângulos (Gráfico de setores) Gráfico de barras	Será analisado no presente capítulo, seção 5.2.
Como surgiu o universo?	Razão e proporção (velocidade, densidade) Massa Volume Esferas Medidas Conversões e equivalências entre unidades de medida Porcentagem	Será analisado no presente capítulo, seção 5.3.
Como surgiu o vírus do HIV e como ele é transmitido?	Análise e construção de gráficos – barras, linhas e setores Ângulos Porcentagem	Os conceitos de matemática expostos referem-se a algumas possibilidades que foram levantadas por orientador e alunos ao longo dos trabalhos.

5.1 “Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?”

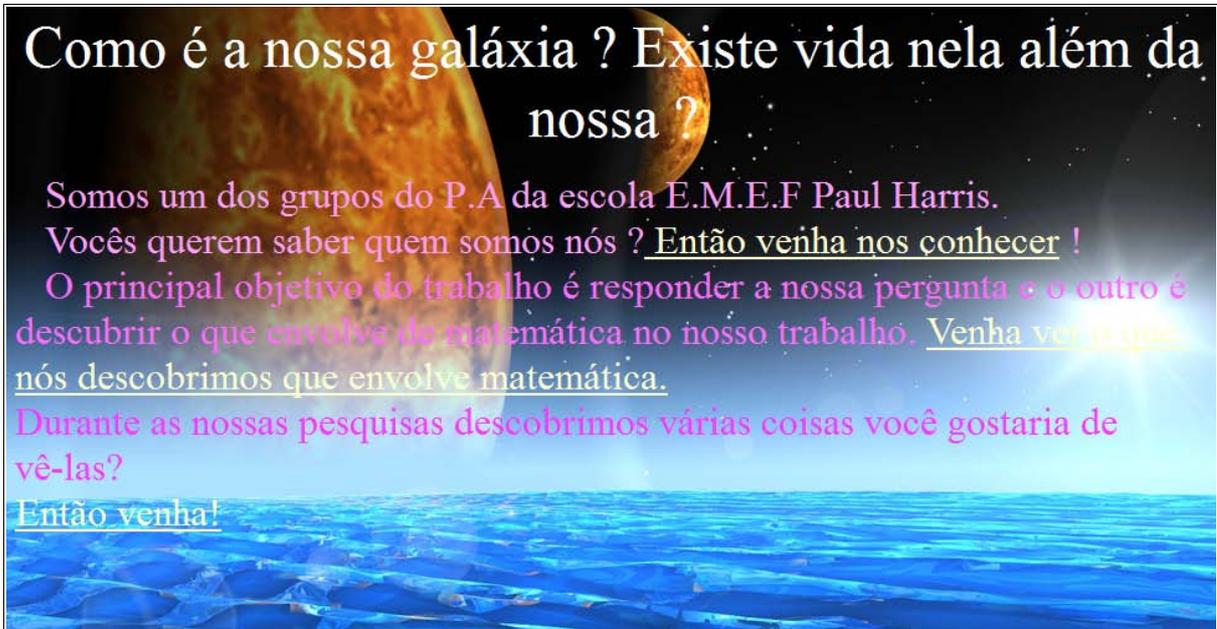


Figura 5.1 – Página inicial do Projeto de Aprendizagem *Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?*

O Projeto de Aprendizagem intitulado *Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?* foi composto por alunos que lançaram perguntas relacionadas a características da Via Láctea, ao Sistema Solar, e à existência de vida extra-terrestre. Reuniram-se os alunos e, após discutirem sobre as suas curiosidades e desejos, formularam as questões que compuseram a pergunta inicial do grupo, deram nome ao trabalho por eles desenvolvido e guiaram as suas investigações e aprendizagens.

O grupo mesclou dois desejos: o de conhecer o universo – nesse momento a Via-Láctea – e o de investigar a existência de vida extra-terrestre. Durante o trabalho concluíram que a busca por vida fora do planeta Terra passa por conhecer como é e como surgiu a vida aqui na Terra. Sendo assim, buscaram essas informações e passaram a pesquisar a Via-Láctea no intuito de descobrir outros locais que tenham, tiveram ou terão os elementos que possibilitam o surgimento e evolução da vida como a conhecemos. Ponderaram, os alunos,

que outras formas de vida podem existir, no entanto não temos como investigá-las pois nem as imaginamos. Além disso, lembraram que mesmo os filmes que tratam de extra-terrestres os retratam com formas humanoides.

As suas pesquisas, portanto, priorizaram o surgimento, evolução e características da vida humana, bem como do universo, em especial da Via-Láctea, seus planetas, estrelas, entre outros.

Ao investigarem e aprenderem esses assuntos, os alunos estiveram sempre atentos aos conceitos de matemática que surgiam, e os agregavam ao trabalho, às pesquisas e às discussões (internas e externas, com outros colegas ou orientador).

Neste Projeto de Aprendizagem dois conceitos foram fundamentais e, tendo recebido um tratamento especial pelos alunos em relação à atenção e ao tempo dedicados a eles, possibilitaram as principais aprendizagens de matemática do grupo. Os conceitos de densidade e de velocidade surgiram do estudo do Big-Bang e da velocidade da luz, respectivamente. A densidade relacionou-se, ainda, com outros estudos como da gravidade e do buraco-negro, ao passo que a velocidade ligou-se à velocidade de escape e à medida de comprimento ano-luz.

A partir deles os alunos trataram de massa, volume, razão, proporção, potências, números decimais, área, comprimento, unidades de medida e suas conversões, e objetos tri e bidimensionais. Além disso, ao estudarem as estrelas e os planetas, foi tratada, também, a temperatura e suas unidades de medida, o que veio a ampliar as aprendizagens sobre as medidas relatadas anteriormente.

Alguns dos conceitos matemáticos abordados pelos alunos foram nominados e definidos por eles e outros utilizados com sucesso, sem, no entanto, mostrarem-se uma matemática explícita. De acordo com Piaget (como vimos no capítulo 3, seção 3.2), os alunos construíram procedimentos de como fazer, no entanto não houve a tomada de consciência da

ação. O que ocorreu, nestes casos, foi uma aprendizagem prática de matemática, a qual veremos em seguida.

Este grupo, em parceria com o grupo “Como surgiu o universo?” – o qual será analisado na seção 5.3 –, propôs que as aprendizagens de matemática fossem explicadas sob três enfoques: a sua definição, a relação que estabelece com o Projeto de Aprendizagem e outras aplicações possíveis. Sendo assim, a maior parte das aprendizagens que veremos explicitadas pelos alunos serão compostas por esses três elementos. Com Piaget, conclui-se que essa proposta vai ao encontro dos morfismos e isomorfismos que são as correspondências entre conceitos, esquemas e estruturas cognitivas

Neste sentido, lembramos também de Vergnaud (1991) ao dizer que um conceito não pode ser reduzido à sua definição, mas é constituído por três conjuntos: as Situações, as Invariantes e o Significante, os quais relacionamos anteriormente com a referência, a definição e as aplicações, respectivamente.

Vemos que os alunos, portanto, apresentaram esses três conjuntos que constituem o conceito ao explicar as suas aprendizagens de matemática, vejamos:

- as Situações são a referência, ou seja, a relação estabelecida entre o conceito e o Projeto de Aprendizagem desenvolvido;
- as Invariantes constituem a definição do conceito; e
- o Significante é composto pelas aplicações do conceito.

A maneira adotada pelos alunos para expor as suas aprendizagens de matemática, portanto, indica os isomorfismos de uma construção conceitual e traz a primeira mostra de que efetivamente tratam-se de aprendizagens. Além disso, pode-se afirmar mais, as aplicações variadas dos conceitos construídos indicam uma generalização feita pelos alunos. Nesses casos, há, portanto, uma abstração – reflexionante, lógico-matemática ou, até mesmo, refletida.

A segunda mostra das aprendizagens dos alunos, observaremos através de extratos das suas produções – as representações das construções conceituais – sobre alguns dos conceitos levantados anteriormente. Iniciemos pelos de volume e área.

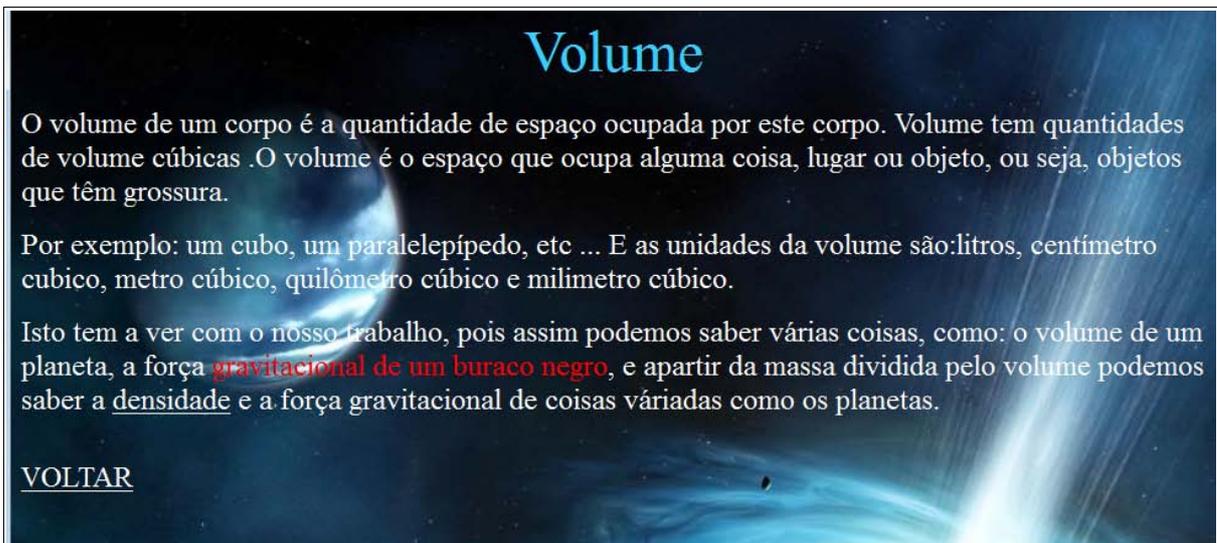


Figura 5.2 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de volume

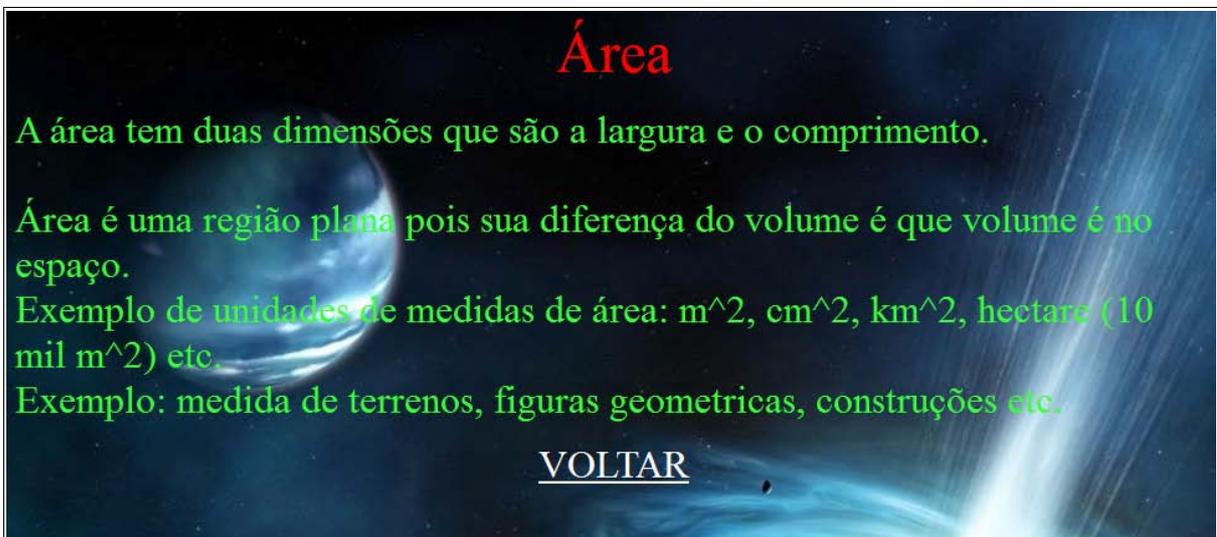


Figura 5.3 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de área

As figuras 5.2 e 5.3 retratam o entendimento dos alunos sobre volume e área e evidenciam que os autores, além de os construírem, estabelecem relações entre os dois conceitos, caracterizando a existência de objetos bidimensionais e tridimensionais. Nesse sentido, outra produção dos mesmos enfatizou que “a única coisa que não tem volume (no

mundo real) é a sombra”. Tal manifestação marca novamente a clara diferenciação que os alunos estabeleceram entre duas e três dimensões.

Em linguagem própria, os alunos definiram as figuras espaciais como “*objetos que têm grossura*”, o que, apesar de não trazer a precisão de uma definição matemática, é plenamente coerente e indica, como defende Vergnaud (1991), uma aprendizagem matemática. Tal afirmação, indica, também, a assimilação e a acomodação de objetos tridimensionais às estruturas cognitivas dos alunos e das suas estruturas aos objetos, o que, em resumo, consiste no processo de aprender, segundo os estudos de Piaget.

A partir dessas construções conceituais de volume e área, proporcionadas pelo desenvolvimento do Projeto de Aprendizagem, é possível aos alunos desenvolverem as habilidades necessárias para a resolução de problemas envolvendo cálculos de áreas e de volumes, bem como a exploração de figuras planas e de objetos espaciais. Tais experiências podem ser instigadas pelo professor de matemática através de desafios e atividades práticas ou aguardar o momento em que se tornem necessárias aos estudantes.

No momento o que se pode afirmar é que os alunos construíram os conceitos em debate e que as demais aprendizagens relacionadas a eles estão facilitadas.

Os conceitos de razão e de proporção, por outro lado, não foram explicitados pelos alunos; contudo o seu uso e aplicação foram realizados com sucesso, portanto, foram construídos procedimentos de ação, ainda que não tenha havido a tomada de consciência da ação.

Inicialmente a figura 5.2 nos apresentou a definição de densidade como sendo a “*massa dividida pelo volume*”, o que constitui uma razão. Da mesma forma, os alunos trouxeram – como vemos na figura 5.4 – que a velocidade é calculada pela divisão da distância percorrida por um objeto pelo tempo gasto, o que configura mais uma vez a utilização de uma razão.

Velocidade

É uma medida, ou seja, deslocar-se de um local para o outro em um certo tempo. E pode dividir-se a distância percorrida pelo objeto pelo tempo.

Exemplo: O maratonista percorreu 4km para chegar ao final da competição, ele tinha de completar todo o trajeto da corrida em 25min, e a sua velocidade era de 170m por minuto, ele percorre 10,2km/h.

Isto tem bastante a ver com o nosso trabalho, por que, pode ser muito utilizado como unidade de medida por exemplo: a velocidade da luz em m/s é de 300.000km por segundo, em um minuto é de 18.000.000km, em uma hora 1.080.000.000km, em um dia 25.920.000.000km, em um ano 9.460.800.000.000km, em quatro anos 37.843.200.000.000km.

[VOLTAR](#)

[VOLTAR PARA A PÁGINA DAS GALÁXIAS](#)

Figura 5.4 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de velocidade

O uso de razões e de proporções pode ser observado na figura 5.4 através do cálculo da velocidade do maratonista e na sua conversão de m/min para km/h, assim como nos cálculos que foram realizados para a verificação de quão grande é a distância de quatro anos-luz¹.

Além disso, ao tratar de Buraco Negro e de gravidade o grupo fez uso de proporções diretas e inversas: “*Por isso tem o Buraco Negro, na verdade ele é bem pequeno e tem muita massa, por isso eles puxam os objetos. Assim como o Sol, ele tem bastante massa e atrai os planetas em torno de si.*”; “*pode ter **um imenso buraco negro, ou melhor, um minúsculo, né, que faz todas as galáxias girarem em volta dele.***”; e “*quanto maior for a massa e menor o volume maior é a atração*”.

Dentre as falas expostas acima, destaquei um trecho que considero especial por trazer como uma brincadeira do aluno a questão da proporcionalidade inversa, já que quanto menor for o Buraco Negro mais poderoso ele será.

¹ A distância, em quilômetros, de quatro anos-luz foi calculada pelos alunos após descobrirem que esta é a distância do Sol até a sua estrela vizinha mais próxima.

Essa fala, juntamente às outras trazidas e a comparações entre um pedaço de ferro maciço e uma bola de ferro oca estabelecidas pelos alunos ao tratar de densidade e flutuação na água (“*uma esfera oca, se colocada na água ela não vai afundar, porque é oca por dentro e ... ela tem volume, mas tem menos massa*”), mostram que o grupo construiu os conceitos de razão e de proporção e sabem usá-los, ainda que não os tenham definido explicitamente. Caracteriza-se, assim, a conceitualização implícita trazida por Vergnaud (1991).

Assim como ocorreu com os conceitos de área e volume, a conceituação de razão e proporção – impulsionada pelo Projeto de Aprendizagem dos alunos – possibilita uma posterior exploração, sob diferentes facetas, desses conceitos e de habilidades relacionadas, a partir de propostas do professor de matemática ou de demandas futuras dos alunos. Trabalhos com porcentagem e com equações do primeiro grau – através do cálculo do valor desconhecido, como sugerem os PCN (BRASIL, 1998) –, por exemplo, podem facilmente surgir a partir das construções mencionadas.

Da mesma forma, os números racionais podem surgir a partir do trato das razões e dos números decimais, os quais foram bastante utilizados pelos alunos.

Além dos exemplos trazidos anteriormente, nos quais os alunos fizeram uso de números decimais, a figura 5.5 expõe outros cálculos efetuados ao tratar de conversões e equivalências entre unidades de medida de comprimento e que utilizaram números decimais.



Figura 5.5 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de comprimento

Os alunos, neste caso, definiram os números decimais como “*o nome que se dá para os números com vírgula*”, o que, aliado ao uso coerente e eficaz dos mesmos, evidencia outra construção matemática dos alunos.

Além dos aspectos conceituais – os quais analisamos até então –, também foram relevantes as manifestações dos alunos em relação as suas atitudes e postura frente à disciplina de matemática: “*A matemática ficou até mesmo mais interessante, pois estudamos um assunto que gostamos junto com um que precisamos*”; “*Descobri matemática em coisas que eu nunca imaginei que houvesse*”; “*Nunca imaginaria que faria um tipo de projeto desses em matemática, espero fazer mais pois descobri coisas fantásticas*”; e “*Adoraria fazer esse trabalho novamente [...] esse trabalho foi Show!*”.

Essas falas demonstram a alegria dos alunos em aprender e, em especial, em aprender matemática, característica raras vezes observada em uma turma de alunos de sexta série do ensino fundamental.

Com isso, aliando-se a alegria em aprender matemática às aprendizagens conceituais de matemática e às possibilidades de novas aprendizagens e desenvolvimento de habilidades propiciadas pelo trabalho, o Projeto de Aprendizagem deste grupo de alunos obteve pleno sucesso e trouxe à área de matemática o melhor resultado possível: aprendizagem e desejo.

5.2 “Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?”

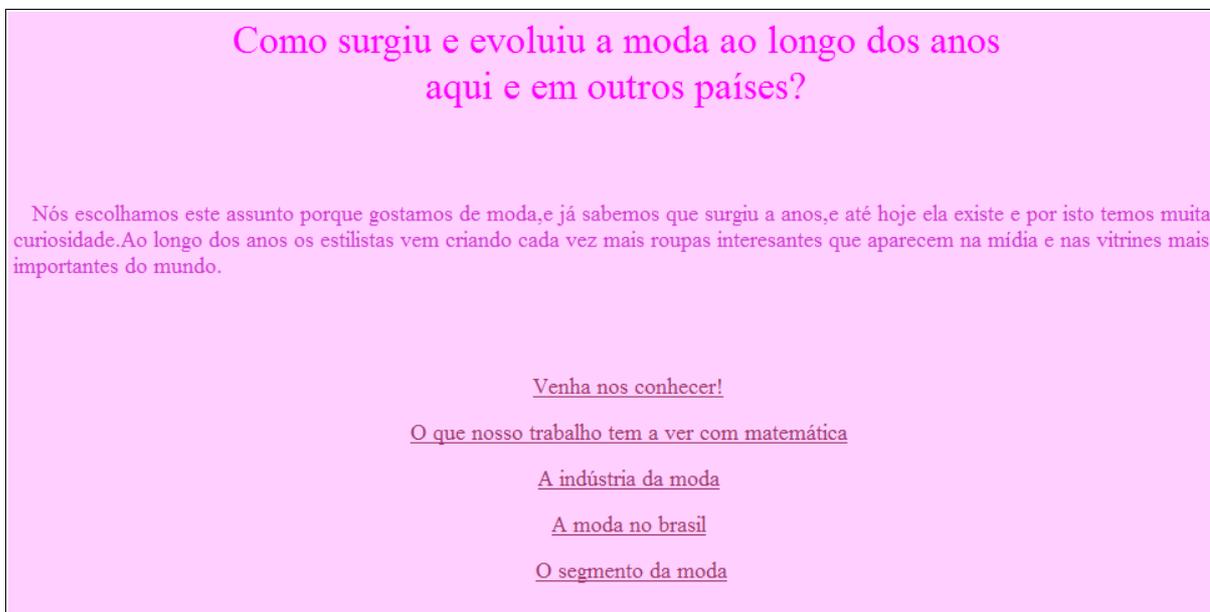


Figura 5.6 – Página inicial do Projeto de Aprendizagem *Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?*

O Projeto de Aprendizagem intitulado *Como surgiu e evoluiu a moda ao longo dos anos aqui e em outros países?* foi composto por alunas que estavam curiosas em saber como a moda surgiu – teria ela sido inventada? – e como foi a sua evolução. Todas lançaram as suas perguntas afirmando que estão muito interessadas nos assuntos da moda e gostariam de pesquisar para aprender sobre isso.

Questionadas sobre como a matemática poderia ser relacionada com a sua pesquisa, inicialmente consideravam que as medidas das roupas e da cintura comporiam a matemática do seu Projeto de Aprendizagem. Com o desenvolvimento do trabalho, pesquisas e discussões com colegas, orientador e outros professores da escola, as aprendizagens de matemática evoluíram, assim como o estabelecimento de relações entre a moda e matemática.

As suas principais aprendizagens de matemática ocorreram a partir do conceito matemático e estatístico moda, já que a sua relação com a pesquisa era imediata. Surgiram, logo, os conceitos de média aritmética e mediana.

Com o intuito de compreender melhor esses conceitos e realizar uma pesquisa de opinião que acrescentasse informações ao seu Projeto de Aprendizagem, as alunas elaboraram uma questão sobre a influência da moda na vida dos entrevistados (como vemos na figura 5.7).

A partir dessa pesquisa, foi realizada uma análise estatística dos dados coletados, surgindo, assim os conceitos de frequência absoluta, frequência relativa e ângulos, bem como a construção de gráficos de colunas e de setores.

Além disso, as alunas levantaram que as atividades econômicas da indústria da moda, como a evolução da indústria têxtil brasileira, envolvem matemática, no entanto não aprofundaram essa perspectiva matemática do seu Projeto de Aprendizagem.

Sendo assim, as alunas trataram matematicamente – durante o desenvolvimento da sua investigação – os conceitos de moda, média aritmética, mediana, números decimais, porcentagem, ângulos e gráficos.

Observaremos, na figura 5.7, um extrato das produções das alunas sobre esses conceitos, a partir da pesquisa de opinião relatada.

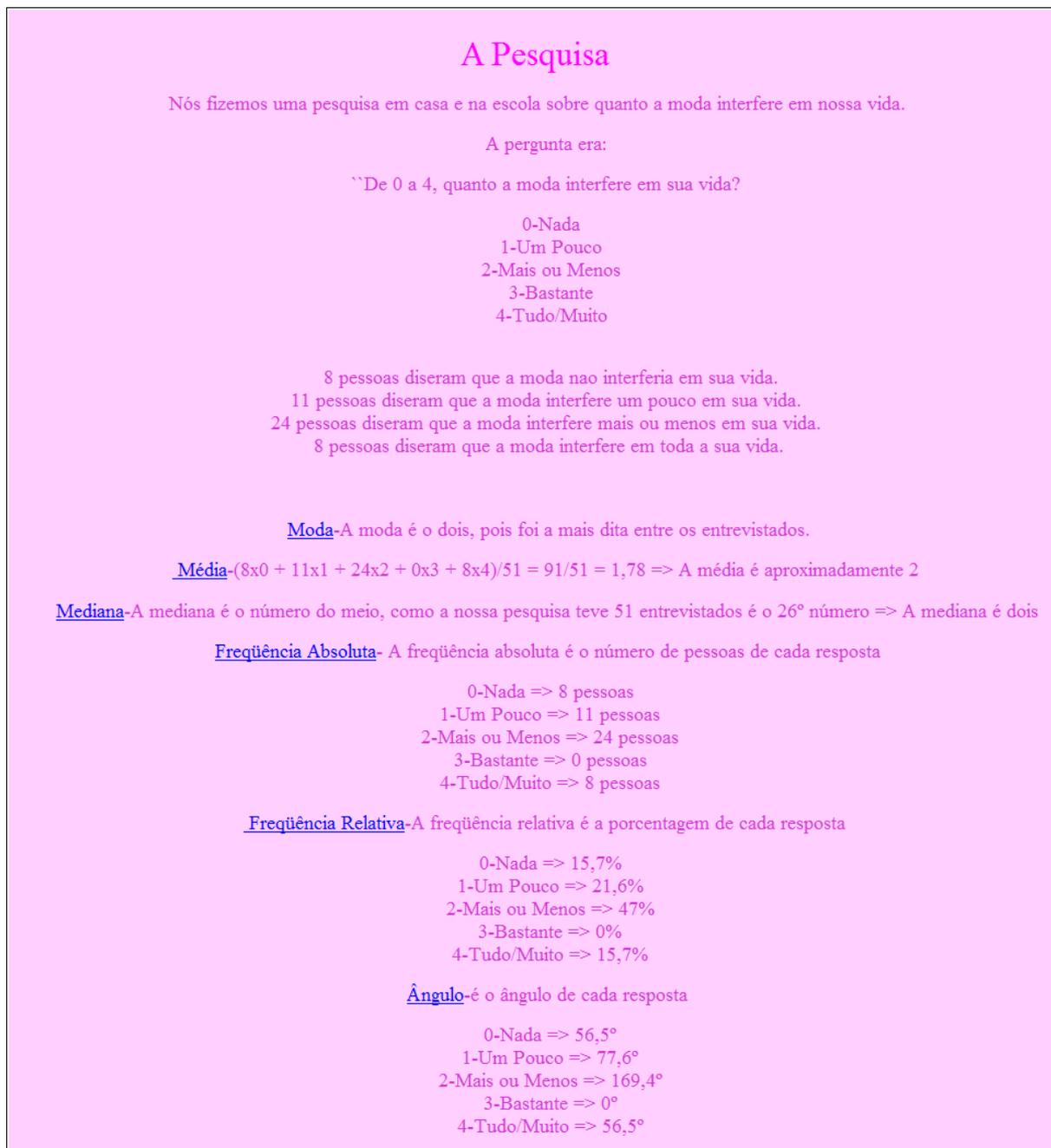


Figura 5.7 – Página produzida pelas alunas sobre a pesquisa de opinião realizada

O conceito de moda foi definido em diferentes momentos pelas alunas como: “a mais dita entre os entrevistados”; “sempre aquilo que mais tem”; e “o que mais está se usando, gostando ou tendo”. Além disso, exemplificaram com a pesquisa exposta na figura 5.7 e outras situações reais envolvendo as cores das roupas usadas por colegas – durante as Rodadas de Projetos – e situações hipotéticas, como: “se 3 pessoas estão de preto e 2 de azul, a moda é preto (porque é o que as pessoas estão usando mais)”.

De tal forma, o conceito moda – que geralmente pode ser definido corretamente de maneira intuitiva pelos alunos – foi plenamente tratado pelo grupo, através da sua definição e de exemplos. O fato de utilizarem-se de exemplos criados durante as Rodadas de Projetos evidencia, também, a tranquilidade e segurança das alunas ao exporem o que aprenderam.

O conceito de mediana, da mesma forma, foi definido de maneira simples pelas alunas: “*mediana é o número do meio*” e “*mediana é sempre o número que está no centro*”. Contudo, os exemplos trazidos demonstraram a sua compreensão, abrangendo os dois casos possíveis – número par de dados e número ímpar de dados –, como vemos: “*como a nossa pesquisa teve 51 entrevistados [a mediana] é o 26º número*”; e “*6 pessoas tem 4 maçãs e 2 tem 5 maçãs (cada). Então vamos colocar em ordem: 4,4,4,4,4,4,5,5, $(4+4)/2 = 4$. A mediana é 4, porque o que estava no meio eram os 2 números 4, então somamos os dois e dividimos por dois*”.

Dessa maneira, os conceitos de moda e de mediana foram tratados pelas alunas de maneira plenamente coerente – em termos conceituais e de aplicação – com as suas definições e indicaram, como defende Vergnaud (1991), uma aprendizagem matemática. O saber fazer, exposto por elas, indicou a construção de procedimentos e o saber porque fazer, indicou a construção de uma teoria sobre esses procedimentos e, portanto, uma tomada de consciência das alunas.

Ao tratarem de média aritmética as alunas inicialmente demonstraram conhecer a existência de outras médias – “*Existem muitos tipos de média, mas vamos explicar somente uma, a aritmética.*” –, as quais não seriam estudadas naquele momento, o que levanta, de imediato, uma possibilidade de trabalho futuro.

A definição do grupo para esse conceito foi extremamente simplificada e, ainda que não possa ser caracterizada como equivocada, não demonstra, por si só, a compreensão do conceito pelas alunas. Em verdade não trouxeram uma definição, mas sim uma receita

simplificada de como calcular uma média aritmética: “*Média nós pegamos uma soma e dividimos pelo número de pessoas*”.

No entanto, os exemplos trazidos por elas em diferentes momentos demonstraram que o uso e aplicação desse conceito foram realizados com sucesso, como vemos na figura 5.7, por exemplo. Assim, houve uma construção procedimental de como fazer, como nos aponta Piaget.

Assim como ocorreu com a moda, ao explicarem mediana e média aritmética durante as Rodadas de Projetos, as alunas lançaram mão de exemplos construídos a partir dos colegas. Portanto, o fizeram de improviso, o que reforça, mais uma vez, a construção desses conceitos pelo grupo.

Os conceitos de porcentagem e de ângulo não foram definidos explicitamente pelas alunas, contudo o seu uso obteve sucesso, como podemos observar, por exemplo, nos resultados expostos na figura 5.7 e no gráfico de setores trazido na figura 5.8². Tal gráfico traz uma representação da construção desses conceitos pelas alunas, como vemos:

2 O gráfico de setores exposto é resultado de uma segunda versão da pesquisa de opinião realizada, portanto os dados não conferem com os expostos na figura 5.7.

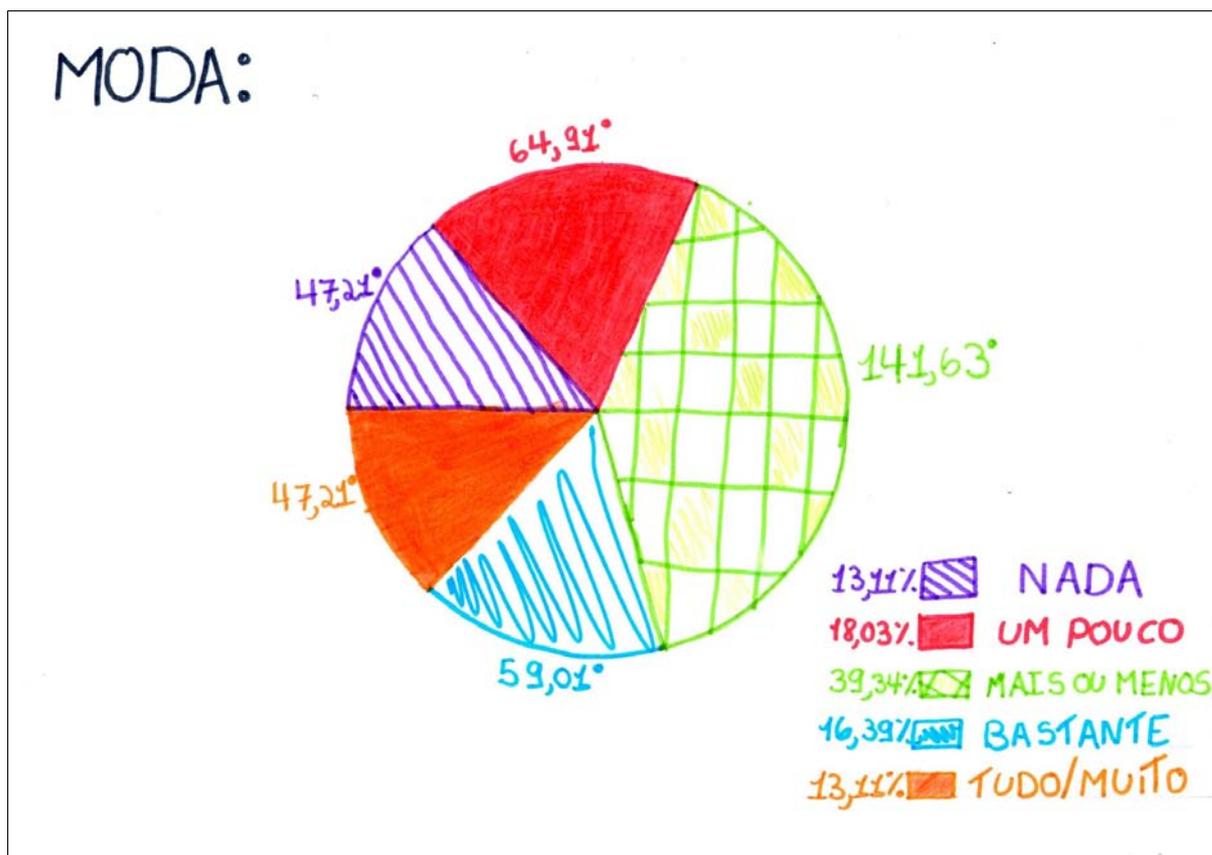


Figura 5.8 – Gráfico de setores produzido a partir da pesquisa de opinião sobre a influência da moda

De tal forma, lembramos de Vergnaud (1991, p.165) ao considerarmos que tais produções indicam a “*parte visível do iceberg da conceitualização*” e afirmamos que existe uma aprendizagem de ângulos e de porcentagem por este grupo de alunas, a qual pode abrir outras frentes de trabalho. Nesse sentido, levanto, de imediato, o trabalho com proporções e, conseqüentemente, com razões.

Além disso, o uso dos cálculos efetuados para a obtenção das porcentagens e dos ângulos antes mencionados possibilita a criação de desafios com valor desconhecido e, enfim, a resolução de equações do primeiro grau, o que pode ser uma proposta do professor de matemática ou um caminho à espera de se tornar necessário às alunas.

Os números decimais, por fim, assim como os conceitos de porcentagem e de ângulo, não foram definidos pelas alunas, no entanto o seu uso foi constante, como vimos nos cálculos das médias aritméticas, das porcentagens e dos ângulos. O seu uso e aplicação bem sucedidos

indicam, como comentado anteriormente, a aprendizagem do conceito. Além disso, assim como comentado na análise do Projeto de Aprendizagem *Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?*, a construção dos números decimais facilita a aprendizagem dos números racionais, os quais podem, também, estabelecer relações com o conceito de razão, entre outros.

Em síntese, esse Projeto de Aprendizagem proporcionou diversas aprendizagens de matemática para as alunas que o desenvolveram, assim como abriu variadas frentes de trabalho na área de matemática. Muitas dessas construções não foram precisamente definidas pelas alunas, contudo, a sua aprendizagem em termos aplicados foi bem estruturada e facilita a futura conceitualização, a qual apoia-se nos isomorfismos de Piaget e nos três conjuntos defendidos por Vergnaud (1991). Neste caso, já estão explícitas as Situações e o Significante, restando implícitas, ainda, as Invariantes.

Além disso, é relevante o relato das alunas sobre como funciona um Projeto de Aprendizagem: “**É simples**. Nós fizemos uma pergunta, sobre algo que queremos saber. Depois nos juntamos com quem tem perguntas parecidas e pesquisamos em sites, livros, revistas etc. E fazemos um site sobre o que aprendemos.”.

O trecho destacado remete a seguinte reflexão: um trabalho que gerou todas as aprendizagens de matemática que foram relatadas nesta análise, que envolveu vários cálculos com números decimais e foi realizado por alunas de uma sexta série do ensino fundamental foi considerado **simples**.

Sem dúvida o Projeto de Aprendizagem por elas desenvolvido obteve pleno sucesso e trouxe a simplicidade à área de matemática.

5.3 “Como surgiu o universo?”

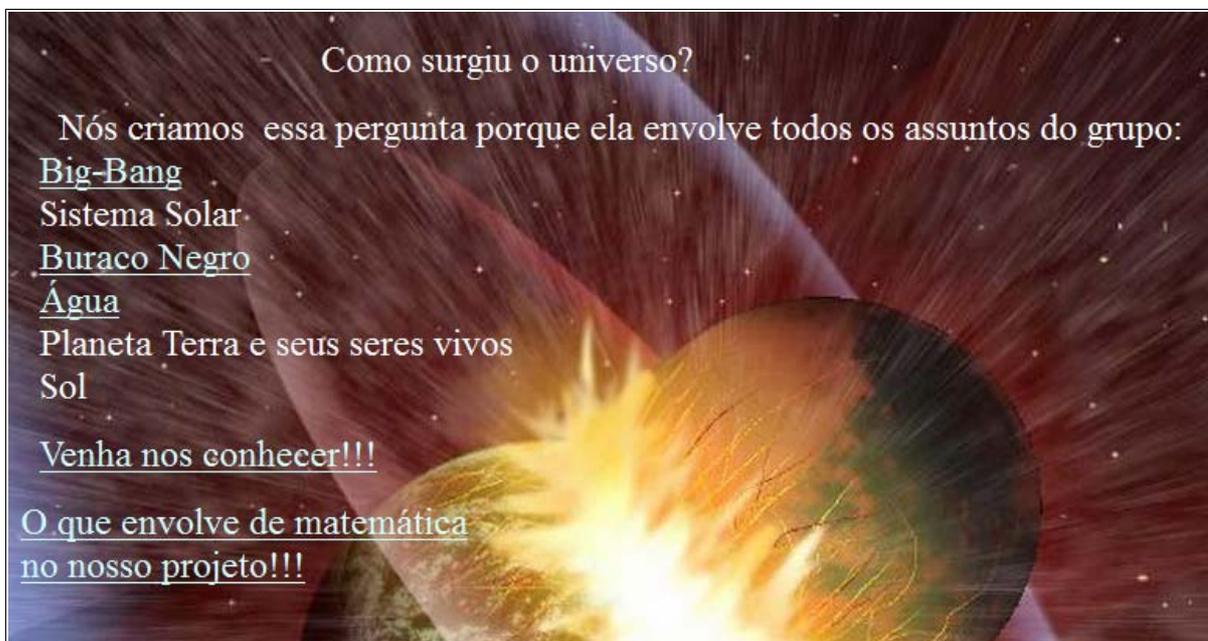


Figura 5.9 – Página inicial do Projeto de Aprendizagem *Como surgiu o universo?*

O Projeto de Aprendizagem intitulado *Como surgiu o universo?* foi composto por alunos que estavam curiosos por origens. Questionaram a formação dos planetas e do mundo, o surgimento do Sol e da água, o que explodiu no big-bang e o que é um buraco negro. Os alunos sugeriram a formação desse grupo e argumentaram que todos estavam interessados na origem de tudo, neste caso, do universo. Com isso, formularam a pergunta que deu nome ao Projeto de Aprendizagem, no entanto, ao longo das pesquisas estiveram sempre atentos às suas perguntas iniciais, voltando a elas a cada nova descoberta.

A partir dessas descobertas – estando sempre atentos às possíveis relações a estabelecer e aos conceitos matemáticos que poderiam surgir – os alunos trataram de proporção, porcentagem, razão, esferas, medidas (tais como massa, volume, ano-luz, velocidade e densidade) e conversões e equivalências entre unidades de medida (ao explorar volume e comprimento).

Inicialmente é importante lembrar que este grupo de alunos, em parceria com o grupo *Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?* – o qual foi analisado na seção 5.1 –, construiu a estrutura para a apresentação das suas aprendizagens de matemática, a qual era composta por três pilares: a definição do conceito, a relação que se estabelece com o Projeto de Aprendizagem e outras aplicações possíveis.

Nesse sentido, fizemos um paralelo com os morfismos, os isomorfismos e a abstração e generalização definidos nos estudos piagetianos e com os três conjuntos do conceito (Situações, Invariantes e Significante) trazidos por Vergnaud (1991), e constatamos que esta estrutura proposta constituiu a primeira mostra de que os alunos construíram os conceitos matemáticos por eles tratados.

Com isso, partimos para a análise das suas produções e manifestações acerca dos conceitos matemáticos – as representações desses conceitos –, de modo a configurar a segunda mostra das aprendizagens dos alunos. Iniciemos pelo conceito de medidas, o qual serviu como suporte a vários outros conceitos tratados pelos alunos, como começamos a ver na figura 5.10.



Figura 5.10 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de medidas

Os alunos manifestaram, como vemos na figura 5.10, que trataram de dois tipos de medidas (massa e volume) durante o seu Projeto de Aprendizagem, no entanto nos exemplos trazidos na mesma produção, ao acrescentarem a velocidade e o comprimento, os ampliaram para quatro. Sendo assim, o conceito medidas possibilitou aos alunos estabelecerem relações entre quatro conceitos matemáticos.

Essas relações foram ampliadas ainda mais ao explicarem o que é ano-luz: “A velocidade da luz é de 300000 km por segundo, a distância dos corpos-celestes é medida pela velocidade da luz, se chegassemos até a estrela mais próxima do sol Alfa-Centauro demoraríamos 4 anos na velocidade da luz”. Os alunos, assim, mostraram reconhecer o ano-luz como uma medida de comprimento (distância) e o relacionaram com duas outras medidas: a velocidade e o tempo.

Ainda nesse sentido, os alunos trouxeram a densidade e a relacionaram com os conceitos de massa e volume: “A densidade é calculada pela massa dividida pelo volume. A densidade é **uma quantidade de matéria em um espaço**”. Observamos no trecho grifado que

a explicação sobre densidade superou a sua simples definição, como uma divisão entre duas medidas, trazendo uma precisa interpretação para esse conceito. Outra produção que reafirma essa interpretação e construção conceitual sobre densidade – e nos traz também uma ideia de proporcionalidade – diz que “*quanto mais junto fica mais denso*”.

Os alunos ampliaram a questão da densidade ao relatarem a existência de outras densidades, como a populacional e a demográfica. Sobre a primeira trouxeram que “*é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos, mas também em outros seres vivos (comumente, animais). É geralmente expressa em habitantes por quilômetro quadrado*”. Com isso, levantaram mais um conceito matemático: a área de uma superfície.

Esse estabelecimento de relações entre conceitos novos e antigos e entre aplicações no Projeto de Aprendizagem e em outras situações, nos remete aos morfismos e isomorfismos expostos por Piaget e ao processo de equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, o qual passa pela incorporação do objeto e pelo ajustamento das estruturas, as quais se põem em relação e possibilitam a construção de conhecimento pelo sujeito.

Dentre os vários conceitos levantados e relacionados pelos alunos ao tratarem de medidas apenas a área não teve o seu estudo aprofundado ao longo das pesquisas – o que é coerente, já que surgiu através da explicação de um exemplo trazido como ampliação das aplicações de outro conceito –, no entanto, a sua aparição já facilita a retomada pelo professor de matemática ou mesmo a aprendizagem do aluno em momentos futuros, nos quais o conceito se faça necessário.

Com isso, trataram matematicamente e aprenderem diversos conceitos estabelecendo relações entre as aprendizagens, o que, conforme nos aponta Vergnaud (1991), garante a fiabilidade de um esquema e, conseqüentemente, a aprendizagem dos mesmos.

Além disso, ao aprenderem através de relações entre conceitos os alunos vivenciaram o que o autor defende como fundamental para o processo de aprender matemática: as analogias e parentescos entre as aprendizagens já construídas e as novas construções conceituais.

O segundo grupo de conceitos que vamos analisar é composto por proporção, porcentagem e razão, sendo que o último foi tratado apenas superficialmente.

Sobre proporção e porcentagem destaco os primeiros momentos em que foram debatidos pelos alunos. Ao apresentarem as suas descobertas, durante uma Rodada de Projetos, os alunos relataram leituras que mencionaram proporção e porcentagem; portanto consideraram que a investigação envolvia esses conceitos matemáticos, os quais haviam sido trabalhados anteriormente pela turma.

Após a Rodada de Projetos os grupos reuniram-se e, conforme as orientações recebidas, voltaram-se aos trabalhos. O grupo “Como surgiu o universo?” concentrou-se em escrever sobre os conceitos por eles levantados. Inicialmente tinham a ideia de que seria uma atividade muito simples, porque já haviam estudado esses conceitos e – inclusive – alcançado notas máximas (conceito MS). Sobre isso, apresento a minha observação, registrada no “diário de bordo” escrito durante esta investigação de mestrado:

“o grupo 5 [Como surgiu o universo?], atendendo a minha sugestão de escrever sobre os conceitos por eles expostos, decidiram explicar o que é proporção. Depois de algum tempo conversando, constataram: “a gente nem sabe o que é proporção!”...“precisamos pesquisar porque a gente nem sabe o que é proporção.”

Decidiram, então, pesquisar e estudar o que é proporção antes de escrever. Com isso, passaram a escrever sobre porcentagem, já que isso eles consideravam entender melhor.

Pouco depois: “acho que a gente não precisa colocar o que é...”

“vamos pesquisar o que é... a gente ainda não sabe o que é!”

“sei o que envolve no projeto, mas não sei o que é!”

“sei que envolve os por cento da água...”

“vamos pesquisar...”

“vamos pesquisar também algumas palavras que não sei”

Em seguida pediram para retirar alguns livros de matemática na biblioteca para pesquisar proporção e porcentagem.”

Iniciei uma análise desse momento ainda no diário de bordo:

“considero que aqui está um dos mais importantes momentos de aprendizagem desses alunos. Até aquele momento elas consideravam-se conhecedoras de proporção e de porcentagem, até porque estudaram essa matéria há poucos meses em matemática (comigo!) e conseguem resolver os exercícios propostos. No entanto, tiveram uma tomada de consciência de que o que acreditavam conhecer e saber explicar não se mostrou totalmente verdadeiro e isso possibilitou que as suas aprendizagens sobre esses conceitos venham a tornar-se mais aprofundadas e qualificadas, o que deve ser o principal objetivo de todos os professores de matemática.”

A tomada de consciência, como se observou, gerou o desequilíbrio que impulsionou a ação investigativa dos alunos sobre proporção e porcentagem e possibilitou, por fim, a sua construção por eles.

Além disso, lembramos que Vergnaud (1991) nos indica que o processo de aprendizagem é permeado por constantes tentativas, sucessos, insucessos e reflexões. Nesse relato observamos algumas tentativas, insucessos e reflexões, os quais possibilitaram os sucessos exemplificados nas figuras 5.11 e 5.12 e no trecho exposto em seguida.

Proporção

Relação entre duas coisas que crescem e diminuem juntas na mesma razão. Ela envolve o nosso projeto porque diz: "A velocidade da distância de uma galáxia para a nossa é exatamente proporcional".

Usamos a proporção para saber a distância de um ano luz.

A velocidade da luz é 300.000 km por segundo.

Descubrimos que a velocidade da luz é:

- 1 minuto = 18.000.000 km
- 1 hora = 1.080.000.000 km
- 1 dia = 25.920.000.000 km
- 1 ano = 9.460.800.000.000 km

Exemplos de proporção:

- Vamos ao supermercado e compramos 10 caixas de leite, devemos o valor de cada um, esse valor seria proporcional por estar na mesma medida.
- Podemos ter em um mapa uma escala que a cada 1 centímetro são 100 km.
- Nessa escala uma distância de 12 centímetros seriam: 1.200 km.

[Voltar](#)

Figura 5.11 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de proporção

Ainda sobre proporções, ao tratarem de buraco negro, os alunos afirmaram que “quanto menor o buraco maior a força dele”. Tal fala expõe um raciocínio de proporcionalidade inversa, o qual – ainda que não estudado formalmente – mostra-se desenvolvido pelos alunos, possibilitando, assim, o aprofundamento posterior da aprendizagem, de modo a construir as habilidades necessárias para resolver situações que o envolvam.

O conceito de proporção – como exposto na figura 5.11 – mostrou-se uma aprendizagem por apresentar, como Vergnaud (1991) indica, uma sinergia entre a referência, o significado e o significante. Observamos, neste caso, um excelente exemplo dos três conjuntos do conceito proporção:

- a referência – “*Usamos a proporção para saber a distância de um ano luz*” e “*envolve o nosso projeto porque diz*”;
- a definição – “*Relação entre duas coisas que crescem e diminuem juntas na mesma razão*”; e
- as aplicações – “*Descubrimos que a velocidade da luz é: 1 minuto = 18.000.000 km [...] 1 ano = 9.460.800.000.000 km*” e “*podemos ter em um mapa uma escala que a cada 1 centímetro são 100 km. Nessa escala uma distância de 12 centímetros seriam: 1.200 km*”.

Porcentagem

É um número relacionado a cada 100 unidades.
 O nosso projeto envolve:

Exemplo:
 Composição da fotosfera:

- Hidrogênio: 73,46%
- Oxigênio: 24,85%
- Nitrogênio: 0,09%

Água:

- 70% do nosso corpo é formado de água
- Mais de 97% da água de nosso planeta é salgada.
- Menos que 3% é doce, e destes 3% é uma pequena parte pode ser usada para o consumo dos seres vivos.

Exemplos:

- A gasolina teve um aumento de 15%.
 Significa que em cada R\$ 100 houve um acréscimo de R\$ 15,00.
- O cliente recebeu um desconto de 10% em todas as mercadorias.
 Significa que em cada R\$ 100 foi dado um desconto de R\$ 10,00.
- Dos jogadores que jogam no grêmio, 90% são craques.
 Significa que em cada 100 jogadores que jogam no grêmio, 90 são craques.

Voltar

Figura 5.12 – Página produzida pelos alunos para explicar o conceito de porcentagem

O conceito de porcentagem mostrou-se construído – como observamos na figura 5.12 – no entanto os alunos deram atenção maior a exemplos simples que facilitam a compreensão da sua definição, mas que não mostram o desenvolvimento de habilidades que servem para solucionar problemas que envolvem cálculos com porcentagens.

Além disso, os alunos explicaram a sua concepção de Projeto de Aprendizagem: *“Projeto de aprendizagem é trocar idéias sobre uma pergunta geral que o grupo faz. E tentar descobrir sobre **a sua curiosidade.**”*; *“Esse trabalho foi feito através de **curiosidades nossas**”*; *“Para mim foi ótimo fazer o projeto porque aprendi muitas coisas e é interessante porque **pesquisei uma coisa que eu queria.**”*; e *“O projeto é ensinar as pessoas a saberem pesquisar, procurar informações”*.

Nessas falas, os alunos reafirmaram três características que consideramos fundamentais nos Projetos de Aprendizagem e diferenciamos dos Projetos de Ensino e Projetos de Trabalho no capítulo 3, subseções 3.2.1 e 3.2.2: a autoria na escolha do tema; o contexto dos trabalhos; e a quem ele satisfaz.

Por fim, as avaliações dos alunos sobre o seu Projeto de Aprendizagem foram importantes: *“**Amei esse projeto, aprendi muito com ele inclusive comecei a entender a matemática e espero que os outros professores façam o mesmo, novos projetos!**”*; *“É um ótimo projeto!”*; *“Gostei muito do trabalho de matemática aprendi muito sobre a água coisas que nem sabia e espero que ano que vem tenha mais trabalhos assim.”*; *“Gostei bastante de fazer isso, porque a gente aprende coisas novas”*; *“Espero que ano que vem tenha novamente esse trabalho”*.

Toda as falas demonstram o prazer dos alunos em desenvolver as suas pesquisas e aprender com elas, em especial destaquei a fala que mostra a importância desse trabalho para uma mudança de atitude frente à matemática. O desenvolvimento desse Projeto de

Aprendizagem possibilitou, portanto, que a aluna aprenda matemática, fato que, segundo ela, não era comum, pois não a entendia.

Desse modo, o Projeto de Aprendizagem deste grupo teve pleno sucesso, levando os alunos a aprenderem matemática com prazer e tomarem consciência de que as aprendizagens originadas de curiosidades e investigações trazem alegria e satisfação.

5.4 Síntese das aprendizagens de matemática

O currículo de matemática trabalhado com a turma que participou desta investigação de mestrado é composto pelos conceitos de matemática explorados no desenvolvimento dos cinco Projetos de Aprendizagem da turma. Além disso, os conceitos citados na análise realizada nos itens anteriores, facilitados pelas construções realizadas, também podem compor esse currículo, se considerados relevantes e forem tratados em aula.

Consideramos os conceitos dos diferentes trabalhos como currículo da turma por quatro motivos principais:

- os conceitos tratados por um grupo de pesquisa são compartilhados com todos os colegas nas Rodadas de Projetos e demais discussões, colaborações e cooperações entre os grupos;
- os conceitos oriundos dos Projetos de Aprendizagem podem ser aprofundados por todos os alunos da turma³;

3 A escolha dos conceitos levados ao grande grupo cabe ao professor. Os conceitos escolhidos podem ser os que se relacionam com mais Projetos de Aprendizagem e, portanto, constituem a demanda de muitos alunos, ou mesmo conceitos que se relacionam inicialmente com um Projeto de Aprendizagem. Nessa segunda alternativa, o estabelecimento de relações entre o conceito estudado e os demais Projetos de Aprendizagem passa a ser um desafio a ser enfrentado pelos alunos.

- as aprendizagens de matemática de cada aluno não devem restringir-se aos conceitos estudados no seu Projeto de Aprendizagem, mas englobar todos os estudos do aluno, sendo que parte deles são propostas que surgem dos Projetos de Aprendizagem e são aprofundados em estudos com a turma; e
- os alunos desenvolvem mais de um Projeto de Aprendizagem ao longo do ano escolar – geralmente dois. Desta forma, as aprendizagens e trocas entre colegas – diferentes Projetos de Aprendizagem costumam formar grupos distintos – são múltiplas e proporcionam a integração entre as aprendizagens das várias investigações realizadas.

Com isso, construímos a tabela 5.2 como a síntese das aprendizagens de matemática proporcionadas ou facilitadas pelo desenvolvimentos dos Projetos de Aprendizagem da turma.

Tabela 5.2 – Síntese dos conceitos de matemática estudados pelos alunos ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem

Síntese dos conceitos de matemática proporcionados pelos Projetos de Aprendizagem
Números decimais
Razão
Proporção
Porcentagem
Gráficos
Potenciação e Radiciação
Ângulos
Moda, Média Aritmética e Mediana
Objetos bidimensionais
Objetos tridimensionais
Comprimento, Área e Volume
Medidas
Unidades de medida, conversões e equivalências
Equações do primeiro grau
Números Racionais

Acrescentou-se a essa tabela, ainda que não tenha sido citado na análise, o trabalho com raízes, já que ele é facilmente tratado a partir do estudo das potências, as quais foram possibilitadas no Projeto de Aprendizagem *Como é a nossa galáxia? Existe vida nela além da nossa?*.

Por fim, cabe destacar que a investigação analisada nesta dissertação foi realizada no segundo semestre letivo de 2008, portanto, as aprendizagens de matemática referem-se a esse período escolar. Fossemos analisar um ano completo, a minha experiência docente com Projetos de Aprendizagem indica que muitos dos conceitos surgiriam novamente, o que possibilitaria um aprofundamento dessas aprendizagens. Além deles, conceitos novos surgiriam e propiciariam novas construções conceituais para os alunos. Tal fato é garantido, entre outras razões, mediante as intervenções do professor orientador, as quais devem solicitar relações conceituais que indiquem aprendizagens matemáticas inéditas⁴, condizentes com o desenvolvimento intelectual do aluno.

Neste sentido, o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem estimula a criatividade e a autoria do aluno, assim como traz situações desafiadoras que os levam a mobilizar as suas potencialidades e recursos para traçar estratégias e resolver os problemas que surgem, construindo as suas aprendizagens conceituais por meio da investigação, como Veen e Vrakking (2009) nos indicam ser necessário aos jovens da geração Homo Zappiens.

4 As aprendizagens inéditas dizem respeito a conceitos novos ou mesmo a novas interpretações, aplicações e relações com conceitos já trabalhados, bem como um estudo mais aprofundado desses conceitos. As aprendizagens inéditas, portanto, referem-se a novas construções dos alunos.

Capítulo 6 – Conclusões e repercussões

- A investigação realizada possibilitou o encaminhamento do problema de pesquisa levantado?
- Como o trabalho proposto nesta dissertação de mestrado repercutiu na instituição na qual foi desenvolvido?
- Quais são as novas perspectivas de investigação que surgiram?

Neste derradeiro capítulo sinto-me no dever de voltar ao início desta dissertação e retomar as razões que me levaram a propô-la – as quais foram sintetizadas na questão de investigação –, na tentativa de finalmente resolvê-las, expondo as minhas considerações sobre o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem na escola e a conseqüente aprendizagem de matemática dos alunos. Iniciei a escrita, inclusive, pensando nisso e escrevi (na primeira versão) que neste capítulo busca-se decidir se o problema investigado foi ou não encaminhado.

No entanto, o meu momento é de escrever sobre como está a escola em 2010 e o que se está falando e fazendo sobre Projetos de Aprendizagem no município de São Leopoldo.

As respostas para as minhas questões de investigação já estão tão claras para mim e parecem-me tão respondidas nos capítulos anteriores (o texto sempre é mais claro para o seu autor) que considero a minha escrita inicial sobre elas o mesmo que *chover no molhado*, não

traz nada de novo. Parecem-me óbvias as respostas, mas vou apresentá-las, assumindo o risco de falar sobre assunto resolvido.

As novidades que pretendo trazer, por outro lado, estão em outros resultados esperados de um mestrado, em especial de um mestrado profissional. Considero que é necessário que o curso e a experiência analisada mude a prática docente dos professores nela envolvidos. O foco primordial seria a atividade docente de matemática, no entanto a expectativa de inovar, rediscutir e reformular a escola – ainda que utópica – é válida e não pode ser esquecida. Assim, não vou *chover no molhado* ao falar do impacto da proposta de Projetos de Aprendizagem em matemática na instituição de ensino que me possibilitou esta experiência e no município ao qual ela pertence.

Além disso, acredito que toda investigação – mesmo que resolva os seus problemas iniciais – gera novas curiosidades. Nesse sentido, outro resultado desta dissertação está nas minhas novas dúvidas e problemas, os quais estão intimamente ligados às inovações que se iniciaram com o fim da experiência que pretendo concluir a análise neste capítulo.

Com isso, voltemos às questões de investigação.

6.1 Questões de investigação

A questão principal desta investigação foi: *Um currículo de matemática para alunos de uma sexta série do ensino fundamental pode ser estruturado e desenvolvido a partir de Projetos de Aprendizagem? Como?* Considerando que a tentativa de resposta deve passar pelas suas quatro questões acessórias lançadas, iniciemos por elas.

6.1.1 “Aprende-se matemática a partir de Projetos de Aprendizagem?”

Esta é a sub-questão que está mais claramente encaminhada, haja vista as várias aprendizagens conceituais de matemática que foram analisadas no capítulo 5, tendo como base os dados coletados no desenvolvimento dos Projetos de Aprendizagem e como referência a teoria psicogenética de Jean Piaget e a teoria dos campos conceituais trazida por Vergnaud.

De tal forma, um exemplo de aprendizagens matemáticas possibilitadas pelo desenvolvimento de um Projeto de Aprendizagem são os conceitos de porcentagem e ângulos, bem como a construção de gráficos de setores analisados na seção 5.2 desta dissertação.

Destaca-se, neste exemplo, que os conceitos foram construídos a partir da necessidade das alunas de analisar uma pesquisa de opinião realizada para o seu Projeto de Aprendizagem e expor os seus resultados de modo visualmente claro e preciso. Dessa maneira, as alunas construíram e utilizaram os conceitos de matemática – com sucesso – para melhor compreender a realidade e resolver uma situação interessante e curiosa para elas.

6.1.2 “As aprendizagens de matemática oriundas de pesquisas de Projetos de Aprendizagens podem ser aprofundadas de modo a sustentar a aprovação de alunos da sexta para a sétima série do ensino fundamental?”

A segunda sub-questão exige uma dupla análise: a das aprendizagens de matemática possibilitadas pelos Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pelos alunos (sujeitos desta

investigação); e a do currículo de matemática exigido para alunos de uma sexta série do ensino fundamental.

Para tanto, propus no capítulo 3, seção 3.4, a construção de um currículo de matemática – o qual constituiu a referência, para esta investigação, dos conteúdos a serem tradicionalmente tratados em uma sexta série do ensino fundamental – como uma síntese de diversos currículos propostos para essa etapa letiva, quais sejam: os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), as orientações da Secretaria Municipal de Educação de São Leopoldo/RS (SMED-SL), os planos de estudo de matemática das sextas séries de 2007 e 2009 da escola na qual o estudo foi realizado e alguns livros didáticos disponíveis na biblioteca da mesma escola.

A segunda parte da análise foi realizada no capítulo 5, buscando-se um levantamento dos conceitos de matemática que surgiram dos Projetos de Aprendizagem desenvolvidos no segundo semestre letivo pelos alunos que atuaram como sujeitos nesta investigação.

O trabalho com Projetos de Aprendizagem na escola, como exposto, exige uma flexibilização curricular, à medida que a linearidade dos conteúdos é rompida pelas aprendizagens complexas e em rede – podendo-se, inclusive, fazer uma analogia com um hipertexto –, portanto, uma comparação entre currículos tradicionalmente aceitos e os conceitos tratados em um conjunto de Projetos de Aprendizagem não constitui uma prática necessária. Lembremos que Projetos de Aprendizagem e currículos de matemática tradicionalmente aceitos referem-se a diferentes paradigmas sobre a atividade docente e a aprendizagem de matemática.

Ainda assim, como dizem alguns profissionais do direito: *pele amor ao debate* decidi realizar tal análise.

O resultado obtido foi o mais positivo possível ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem, senão vejamos: como mostra a tabela comparativa 6.1 (construída a partir das

tabelas 3.9, 5.1 e 5.2), os conceitos levantados pelo trabalho proposto nesta dissertação em um semestre letivo englobaram todos os conceitos que compuseram o currículo síntese construído no capítulo 3, seção 3.4; e os avanços trazidos com o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem na escola – como observamos nos capítulos 2 e 3, em especial, – vão ao encontro das exigências da geração Homo Zappiens e da Sociedade da Informação e da Comunicação e contribuem para a construção da nova escola que vemos necessária.

Tabela 6.1 – Currículo síntese para uma sexta série do ensino fundamental X Matemática tratada via Projetos de Aprendizagem nesta investigação

Conceitos e conteúdos de matemática	Currículo Síntese	Projetos de Aprendizagem
Números decimais	X	X
Razão	X	X
Proporção	X	X
Porcentagem	X	X
Gráficos	X	X
Potenciação e Radiciação	X	X
Ângulos	X	X
Moda, Média Aritmética e Mediana		X
Objetos bidimensionais		X
Objetos tridimensionais		X
Comprimento, Área e Volume		X
Medidas		X
Unidades de medida, conversões e equivalências		X
Equações do primeiro grau	X	X
Números Racionais	X	X
Números Inteiros	X	X

6.1.3 “Como são a postura e as atitudes dos alunos que aprendem matemática a partir de Projetos de Aprendizagem frente à matemática?”

A terceira das sub-questões trata das atitudes e da postura dos alunos frente à matemática ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem. Para resolvê-la bastariam observações e registros sistemáticos sobre o modo de agir, as atitudes, a postura e as alegrias ou insatisfações dos alunos durante as atividades realizadas. De fato, as observações foram realizadas e deram um retorno muito positivo, no entanto o registro sistemático foi falho, ocorrendo apenas pontualmente.

Felizmente, as observações e os registros – ainda que não sejam abundantes – possibilitaram as análises realizadas ao final das seções 5.1, 5.2 e 5.3. Tais análises indicam que a possibilidade de pesquisar e realizar trabalhos a partir de curiosidades próprias e, com elas, aprender matemática, descobrindo que ela se relaciona com assuntos nunca antes imaginados, gera, nos alunos, diversos sentimentos positivos, trazendo variadas novidades à matemática, como: alegria, desejo, simplicidade, amor, prazer e satisfação.

Frases como:

- *“Descobri matemática em coisas que eu nunca imaginei que houvesse”;*
- *“Nunca imaginaria que faria um tipo de projeto desses em matemática, espero fazer mais pois descobri coisas fantásticas”;*
- *“Amei esse projeto, aprendi muito com ele inclusive comecei a entender a matemática e espero que os outros professores façam o mesmo, novos projetos!”;*
- *“A matemática ficou até mesmo mais interessante, pois estudamos um assunto que gostamos junto com um que precisamos”;* e
- *“É simples”;*

nunca cansam os meus ouvidos e ilustram a fantástica contribuição que os Projetos de Aprendizagem trouxeram às aulas de matemática, tornando-as um momento de aprendizagem prazerosa e não mais de sofrimento, como vimos no capítulo 2, seção 2.3. De tal forma, a postura e as atitudes dos alunos frente à matemática ao desenvolverem Projetos de Aprendizagem são muito diferentes das que conhecemos habitualmente. Os alunos desenvolvem uma postura investigativa e passam a utilizá-la ao encarar os desafios matemáticos. As suas atitudes são positivas, de alegria e realização ao aprender matemática.

6.1.4 “Qual é a relação do aluno com a sua aprendizagem escolar ao desenvolver Projetos de Aprendizagem?”

Com a quarta sub-questão tive a intenção de analisar a repercussão do desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem em matemática nos trabalhos realizados em outras áreas do conhecimento e, de um modo mais geral, analisar como os alunos passaram a agir frente as suas aprendizagens nas diversas atividades escolares.

Infelizmente a coleta de dados para pensar essa sub-questão foi completamente ineficaz. Em momento algum durante a investigação procurei observar indicadores que possibilitassem verificar tais características nos alunos. Em verdade, entrevistei alguns professores da turma de alunos que participou deste trabalho acerca desses assuntos como atividade prévia ao desenvolvimento dos Projetos de Aprendizagem. No entanto esta foi uma proposta isolada e, portanto, perdeu completamente a sua eficácia, uma vez que não existem parâmetros para estabelecer uma comparação entre os alunos antes e depois de desenvolverem Projetos de Aprendizagem em matemática.

Entretanto, o trabalho atual da escola, no que se refere ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem, possibilitou alguns indicadores que me permitem inferir uma resposta para essa sub-questão. Vou pontuar inicialmente os casos de quatro professores que tornaram-se amantes do desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem na escola, o que em grande medida foi reflexo do trabalho dos alunos e da evidente mudança das suas atitudes frente à aprendizagem escolar. Em seguida, trarei três situações que presenciei há algumas semanas com alunos e que evidenciam uma nova relação com o aprender, raras vezes observada em aula. Por fim, retornarei a 2008 e transcreverei uma mensagem que recebi do pai de uma aluna que participou desta investigação de mestrado, a qual, além de emocionar, indica claramente como ficou a relação dessa aluna com a sua aprendizagem e o sucesso dessa nova proposta de trabalho em matemática.

1. Ao participar de uma palestra que fomos convidados a apresentar sobre Projetos de Aprendizagem, um professor que já atuava na escola em 2008 e participou das discussões que motivaram a opção pelo uso de Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica para as séries finais do ensino fundamental na E.M.E.F. Paul Harris – relatarei essa opção na seção seguinte –, relatou o seu sentimento naquele ano e a sua visão atual sobre essa proposta. Lembrou da sua fala em uma reunião, na qual comentou que todas as tentativas de realizar projetos nas escolas em que atuou não haviam dado certo, mas que considerava essa proposta diferente e não via argumentos para não tentar desenvolvê-la, e confessou que aceitou participar dessa inovação, ainda que estivesse com muitas dúvidas e sem a convicção de que teríamos sucesso na empreitada. Contou que atualmente defende a proposta de Projetos de Aprendizagem por ver o envolvimento dos alunos com as suas pesquisas e aprendizagens e constatar os seus avanços na escola. Hoje, esse

professor tornou-se um defensor contumaz do trabalho com Projetos de Aprendizagem.

2. Um professor que ingressou na escola em 2009 – primeiro ano de desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem não só em matemática – manifestou, de início, não gostar dessa proposta, no entanto, disse que como acabara de chegar na escola e essa era a escolha do grupo iria participar e tentaria fazer o melhor. Atualmente, contudo, mostra-se plenamente engajado com as atividades, participando ativamente das reuniões de planejamento, trazendo comentários e propostas pertinentes e preocupadas com a qualificação do trabalho com Projetos de Aprendizagem e, inclusive, foi voluntário para explicar e defender a proposta em uma assembleia de pais da escola.
3. Há poucas semanas, outro professor que ingressou na escola em 2009 – e desde então orienta Projetos de Aprendizagem –, durante uma conversa sobre a escola, parabenizou a professora Renata¹ e a mim, por fazermos funcionar na E.M.E.F. Paul Harris o trabalho com Projetos de Aprendizagem, dizendo que o considera fantástico.
4. Um professor que ingressou na escola durante o ano de 2009 – foram vários, já que a escola estava em ampliação – e tentou junto à direção da escola, sem sucesso, não participar da orientação aos Projetos de Aprendizagem no ano de 2010, passou a dedicar os últimos minutos das suas aulas para questionar os alunos sobre como os seus Projetos de Aprendizagem interagem com a sua disciplina e em que medida os alunos consideram que ele pode ajudá-los. Com isso, relatou que obteve um retorno altamente positivo, visualizando nos

¹ A professora Renata Schramm Lanfermann, como relatarei na seção 6.2, coordena junto comigo o trabalho com Projetos de Aprendizagem nas séries finais do ensino fundamental na E.M.E.F. Paul Harris.

alunos um crescente interesse pela sua disciplina, bem como o estabelecimento de importantes relações entre os conceitos tratados nas suas aulas e as aprendizagens abarcadas nas investigações dos alunos.

5. Há algumas semanas os alunos da escola apresentaram os seus Projetos de Aprendizagem no primeiro Fórum de Projetos/2010 e alguns deles foram convidados a participar da primeira Mostra Pedagógica da escola, que ocorreria no sábado seguinte. Essa participação consistia em cada grupo organizar um estande com os materiais produzidos ao longo das suas pesquisas e apresentar informalmente as suas descobertas aos visitantes (comunidade escolar). Um grupo de alunos, mesmo sem serem convidados, trouxe todos os seus materiais à escola e decidiu apresentar o seu Projeto de Aprendizagem na Mostra Pedagógica. Depois de organizarem o seu estande ainda comentaram comigo que vieram decididos a apresentar e, caso não concordássemos, o fariam no portão da escola. Tal fato, além de inusitado, indica a iniciativa dos alunos e o orgulho deles em relação às suas produções e aprendizagens. Sem dúvida a relação deles com o seu aprender na escola tornou-se muito positivo.
6. Na semana seguinte ao primeiro Fórum de Projetos/2010, foi realizada a reapresentação dos Projetos de Aprendizagem considerados destaque pelos professores, alunos, ex-alunos e demais convidados e visitantes da comunidade escolar. Neste dia, três grupos de alunos por várias vezes solicitaram a mim que lhes fosse permitido reapresentar os seus Projetos de Aprendizagem. Destaco que essa apresentação foi realizada a todos os alunos da escola e, portanto, ainda que possa ser considerada um prêmio, geralmente não seria uma prática agradável aos alunos. Felizmente conseguimos

organizar o tempo de modo a possibilitar que alguns dos demais alunos que desejavam apresentar as suas descobertas o fizessem. Essa situação, assim como a anterior, além de inusitada, indica a iniciativa dos alunos e o orgulho deles em relação às suas produções e aprendizagens. Sem dúvida a relação desses alunos com a sua aprendizagem escolar tornou-se muito positiva e motivo de orgulho. Neste momento, dou-me conta de que fatos considerados inusitados em uma perspectiva tradicional de ensino, como os Projetos de Ensino, tornam-se comuns ao adotarmos a prática de Projetos de Aprendizagem.

7. Há poucos dias, algumas alunas relataram-me empolgadas o trabalho que estão realizando para uma disciplina da escola – com o professor que comentamos no item 3 –, explicando que o trabalho é como um Projeto de Aprendizagem, só que de dois dias [duas aulas]. Comentaram que devem pesquisar tudo sobre um assunto (uma região) e apresentar aos colegas, podendo utilizar cartazes, maquetes e trazer músicas e pratos típicos. Finalizaram comentando que é como se fizessem uma propaganda do local. Essa situação é um exemplo de frutos que os Projetos de Aprendizagem geram em outras atividades escolares. Em verdade, a mudança para a qual os Projetos de Aprendizagem contribuem é a do aluno frente ao seu aprender escolar. Além disso, poderíamos começar a pensar em como os Projetos de Aprendizagem acabam contagiando as demais atividades escolares, mas as novas interrogações serão comentadas na seção 6.3.
8. Por fim, transcrevo a mensagem que recebi via e-mail do pai de uma aluna que participou desta investigação:

Assunto: Estou feliz com o trabalho!!! Turma 61 (a da Vithórynha)

Professor Eduardo Britto,

Desejo sucesso em seu projeto. Fico feliz e acredito que está no caminho certo. Digo pelo seguinte motivo: Para aprender, o melhor remédio é a motivação. A Vivi está motivada e sem dúvida o futuro dela está sendo regado - e muito bem - neste primeiro contato sério com matemática.

Desejo (não imposição) que ela se forme em engenharia - vai desenvolver, criar, produzir, responder e estar na frente - com competência e sabedoria... que um dia foi desenvolvida por um professor que acreditou e teve uma visão apurada com os pés no presente e a visão no futuro.

Não terei "nunca" como expressar e agradecer tamanha importância deste trabalho (aplicado com dom).

Sem mais um ótimo futuro

Marco Aurélio - Pai da Vithórya

6.2 Repercussões

O ano de 2008 foi marcado por mudanças na E.M.E.F. Paul Harris. A primeira foi a implantação da isonomia de carga horária, com a qual todas as áreas de conhecimento tratadas na escola passaram a dispor de duas horas semanais de trabalho com os alunos. No mesmo momento, a escola passou a contar com a disciplina de Filosofia na sua grade curricular, configurando, assim, a segunda inovação.

Essas mudanças provocaram importantes reflexões e reformulações a respeito dos conteúdos e da grade curricular das séries finais do ensino fundamental. Em especial, pretendia-se que a atividade docente buscasse uma prática interdisciplinar, como comentamos no capítulo 2, seção 2.2. Sabia-se, entretanto, que a tarefa não seria fácil e, portanto, foram

programadas reuniões na escola para tratar especificamente dessa nova estrutura curricular e oportunizar aos professores compartilhar as suas experiências e tentativas iniciais de trabalho.

A partir de então, a terceira mudança começou a acontecer. Foi uma mudança no local em que seria realizada a minha coleta de dados para esta dissertação. Decidi realizá-la na E.M.E.F. Paul Harris por considerar, entre outros, dois motivos especiais: primeiro a possível tendência da organização escolar que adota a isonomia de carga horária tornar-se dominante e, portanto, seria interessante testar o trabalho com Projetos de Aprendizagem em matemática nesta nova proposta; em segundo lugar, por considerar que o sucesso da proposta desta dissertação na realidade da isonomia de carga horária implicaria o sucesso em outras organizações nas quais a área de matemática dispusesse de uma maior carga horária semanal; assim, a validade desse trabalho seria garantida para uma gama maior de realidades.

Com isso, ocorreu uma significativa mudança nas aulas de matemática de um turma de sexta série.

O desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem em matemática, então, começou a ser discutido com os professores e conquistou a simpatia de alguns, entre eles a professora Renata Schramm Lanfermann, a qual, em verdade, já conhecia e simpatizava com Projetos de Aprendizagem, desde a sua passagem pelo Projeto Amora/CAp/UFRGS e pelo LEC/UFRGS.

Incentivada pela prática de Projetos de Aprendizagem iniciada na escola – ainda apenas nas aulas de matemática –, a professora decidiu realizar a quarta mudança na escola, a qual pode começar a compor as repercussões deste trabalho de mestrado: propôs aos seus alunos uma pequena assembleia, fazendo um levantamento das curiosidades dos alunos, os quais, agrupados por interesse, formularam uma pergunta. A partir disso, os alunos deveriam pesquisar para tentar responder as suas perguntas propostas (até aqui observamos o desenvolvimento de um genuíno Projeto de Aprendizagem). A novidade é que os alunos deveriam utilizar as suas descobertas para criar um roteiro para uma Fotonovela, a qual

deveria ser desenvolvida por eles ao longo do trimestre letivo. Dessa maneira, a primeira repercussão é o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem vinculados à área de Artes Visuais.

A recente isonomia de carga horária em algumas escolas da rede municipal de São Leopoldo exigia, também, a atenção da SMED/SL. Nesse sentido, em outubro de 2008, foi proposto um encontro entre algumas dessas escolas para relatar e discutir as experiências propostas pelas mesmas. O grupo de professores e direção da E.M.E.F. Paul Harris decidiu que a sua apresentação deveria ser sobre a prática de Projetos de Aprendizagem e como exemplo principal o trabalho realizado nas aulas de matemática. Como responsáveis pela apresentação fomos designados a professora Renata e eu. Essa apresentação, portanto, configura a segunda repercussão.

Essa apresentação gerou um quase imediato fruto, já que fomos convidados a realizar em novembro de 2008 um novo relato para outros professores da rede municipal de São Leopoldo. Novamente, fomos a professora Renata e eu falar sobre Projetos de Aprendizagem, o que caracterizo como a terceira repercussão deste trabalho.

Em seguida, ainda em novembro de 2008, fui convidado, junto com a professora Rosália Procasko Lacerda, então coordenadora do Projeto Amora/CAP/UFRGS, a falar sobre a teoria e prática de Projetos de Aprendizagem para um grupo de professores da EJA de uma escola da rede municipal de Porto Alegre. Com isso chegamos à quarta repercussão.

Em meio a tudo isso, a quinta repercussão, e quinta mudança na escola, começava a se estruturar. A partir do plano de fundo dos debates sobre a isonomia de carga horária, o estudo, as reflexões e as discussões do grupo de professores e direção da escola sobre o trabalho com Projetos de Aprendizagem foi crescente. Lembro bem, por exemplo, de uma atividade que realizamos, na qual, a partir do levantamento de questões realizado pela professora Renata junto aos seus alunos, ensaiamos como seria a distribuição de grupos de

alunos e orientadores para hipotéticos Projetos de Aprendizagem. A empolgação de parte dos professores foi tamanha que, mesmo sabendo que era apenas um exercício, questionaram-me sobre quando começariam a tratar daqueles assuntos com os alunos.

Iniciava, então, um movimento pela mudança que considero a mais importante para a escola, fantástica para esta dissertação e uma realização pessoal.

O grupo de professores das séries finais do ensino fundamental e a direção da E.M.E.F. Paul Harris decidiram que apostariam na proposta de desenvolver Projetos de Aprendizagem com os seus alunos a partir do ano de 2009.

A partir de então, propomos uma nova organização dos tempos na escola – respeitando a isonomia de carga horária –, na qual um dia da semana seria dedicado às orientações aos Projetos de Aprendizagem e uma hora semanal para o professor regente da turma, o qual seria responsável, além das tarefas corriqueiras de professor conselheiro, por fortalecer os vínculos entre os Projetos de Aprendizagem desenvolvidos pela sua turma com as demais aprendizagens construídas nos outros momentos escolares. As dez áreas de conhecimento (Artes Visuais, Ciências, Educação Física, Ensino Religioso, Filosofia, Geografia, História, Língua Inglesa, Língua Portuguesa e Matemática), então, passariam das duas horas semanais para uma hora e trinta minutos, contudo, entendíamos que não existiria uma redução de carga horária. Pelo contrário, as quatro horas dedicadas aos Projetos de Aprendizagem contribuiriam muito nas aprendizagens disciplinares e configurariam um aumento da carga horária de cada uma dessas dez áreas.

Essa nova distribuição exigia a presença de todos os professores no dia de Projetos de Aprendizagem, o que geraria um gasto maior do município, algo sempre muito difícil de conquistar. Passamos, então, a negociar com a SMED/SL. Felizmente as apresentações que realizamos contribuíram bastante para a simpatia da Secretaria de Educação com os Projetos

de Aprendizagem e, contando também com o intenso apoio da direção da escola junto à SMED/SL, conquistamos a quinta mudança pretendida.

Assim, esta dissertação superou as minhas expectativas ao contribuir para a construção do projeto interdisciplinar da E.M.E.F. Paul Harris, o qual tem como eixo principal o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com todos os alunos das quatorze turmas das séries finais do ensino fundamental, e configura a quinta e talvez mais importante repercussão desta investigação.

Além disso, este trabalho proporcionou uma pequena – embora a considere substancial – mudança na prática de orientação dos Projetos de Aprendizagem, comparando com a minha prática relatada no capítulo 2, seção 2.3. Da mesma forma que os alunos que participaram desta investigação tiveram o compromisso diário da busca por estabelecer relações entre as suas descobertas e conceitos matemáticos, os alunos que a partir de 2009 desenvolveram Projetos de Aprendizagem tiveram o compromisso de buscar relações com as dez áreas do conhecimento. Tal fato caracteriza uma inovação ao trabalho com Projetos de Aprendizagem e traz um retorno amplamente positivo para professores, pais e alunos, provavelmente por ainda necessitarmos enxergar e mostrar, a partir do todo complexo, as áreas do conhecimentos separadas e então compreender que constituem o todo complexo que não precisaria ser dividido. Essa foi a sexta repercussão.

Neste momento eu poderia parar de escrever com o sentimento de dever cumprido, no entanto as mudanças, ainda que menos emblemáticas, continuaram e as repercussões também.

Em meados de 2009, participei da escrita de um artigo, junto com a professora Marlusa Benedetti da Rosa² e o professor Marcus Vinicius de Azevedo Basso³ – meu orientador neste mestrado – intitulado *Projetos de aprendizagem – construindo*

2 Doutoranda em Informática na Educação pela UFRGS, Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela PUCRS e professora do CAp/UFRGS

3 Doutor em Informática na Educação e Mestre em Psicologia pela UFRGS e professor do IM/UFRGS

ressignificações sobre a profissão do professor de matemática, o qual ainda não foi publicado. Esta constitui a sétima repercussão.

Ainda em 2009, foi realizada, em novembro, a III Semana da Educação Municipal de São Leopoldo, na qual fomos convidados a falar sobre a prática de Projetos de Aprendizagem na E.M.E.F. Paul Harris. Essa seria a oitava repercussão, no entanto cessarei a contagem, porque já começo a confundir-me entre o que é repercussão desta investigação e o que é repercussão da sua repercussão.

A prática de Projetos de Aprendizagem na E.M.E.F. Paul Harris em 2009 gerou, também, enormes reflexões e debates entre professores e motivou uma adaptação para 2010. A dificuldade de organização horária gerada pela redução para uma hora e trinta minutos – algumas áreas tiveram que dividir as suas atividades em dois dias, sendo um de uma hora e outro de trinta minutos –, com a consequente perda de tempo em trocas de alunos e professores nesses intervalos, impulsionou um novo progresso: em 2010 ampliamos a carga horária das séries finais do ensino fundamental na escola, retornando às duas horas semanais por área de conhecimento, com a conquista de um dia de trabalhos (Educação Física e Ensino Religioso) no contra-turno escolar.

Além disso, a necessidade de discussão para qualificar os trabalhos com os alunos e caminhar com maior intensidade na perspectiva da interdisciplinaridade fez com que, em meados de 2010, reduzíssemos para três horas o dia de orientações aos Projetos de Aprendizagem e garantíssemos uma hora semanal para reuniões entre os professores para tratar especificamente dos Projetos de Aprendizagem. Considero esse momento de reuniões sistemáticas sobre os Projetos de Aprendizagem um avanço fantástico e acredito que trará resultados muito positivos.

Em paralelo a essas discussões e mudanças, a SMED/SL continua promovendo encontros e palestras para a formação continuada dos seus professores. Agora, sem o plano de

fundo da isonomia de carga horária – como ocorreu em 2008 –, fomos convidados a falar especificamente sobre Projetos de Aprendizagem para diversos grupos de professores e supervisores municipais. Quatro palestras ocorreram nos meses de junho, julho e setembro de 2010, duas como integrantes do curso Pró-Letramento⁴, uma como formação para os professores da EJA de São Leopoldo e outra no programa Socializando Saberes e Práticas⁵.

Além disso, temos o convite para participar de uma conversa sobre Projetos de Aprendizagem, em especial o enfoque das construções conceituais de matemática, com alunos de uma disciplina do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS, ainda sem data marcada.

Por fim, comento que a escola, em parceria com a Universidade do Vale do Rio dos Sinos/Unisinos (vizinha de poucas quadras da E.M.E.F. Paul Harris) passou a integrar o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), promovido pela Capes. Com isso, passamos a participar da formação de dez licenciandos dos cursos de matemática e de ciências. Formação esta que se dará em meio a Projetos de Aprendizagem. Desta forma, em breve teremos mais profissionais com experiências de desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem. Com isso começamos a atender o anseio de Morin e Moigne (2000, p.72) ao questionarem “quem educará os educadores?” de modo a possibilitar que as reformas nas universidades e escolas superem o cunho administrativo e efetivem-se em vista a programas interdisciplinares. Respondemos que estamos *plantando essa semente interdisciplinar* em três perspectivas: (i) com os licenciandos de matemática e ciências que estão vivenciando Projetos de Aprendizagem na E.M.E.F. Paul Harris e, em breve, poderão disseminar essa proposta ou

4 O Pró-Letramento é um programa realizado pelo MEC, em parceria com universidades, para a formação continuada de professores das séries iniciais do ensino fundamental das escolas públicas, com vista a qualificação das aprendizagens de leitura, escrita e matemática. Informações mais detalhadas podem ser obtidas no Portal do MEC, na apresentação do Programa Pró-Letramento <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12346&Itemid=698>, acessado em 18 set. 2010.

5 O Socializando Saberes e Práticas é um programa realizado pela SMED/SL, voltado à formação continuada de professores da rede municipal de ensino. Na sua quinta edição, pretende enfatizar o processo que envolve a reestruturação curricular.

construir novas formas de trabalho interdisciplinar nas suas escolas; (ii) com os cursos e palestras de formação continuada de que estamos participando; e, em especial, (iii) com as centenas de alunos que estão desenvolvendo Projetos de Aprendizagem e experienciando propostas de trabalho interdisciplinar.

Com o exposto, deve estar claro ao leitor a minha imensa alegria, satisfação e realização com o trabalho proposto nesta dissertação e com o impacto que o mesmo teve na E.M.E.F. Paul Harris e no município de São Leopoldo.

6.3 Perspectivas

A presente investigação, além de iniciar-me na pesquisa científica e gerar os frutos comentados na seção anterior, sugere novos caminhos a trilhar. Certamente algumas novidades foram incorporadas aos Projetos de Aprendizagem e novas perspectivas foram abertas para estudos futuros a respeito deles, da educação matemática e da educação de um modo geral. Continuam necessárias novas investigações, bem como a criação de estratégias e técnicas inovadoras para a educação brasileira.

No âmbito pessoal, a perspectiva de novas pesquisas acadêmicas, as quais estão entrelaçadas a novos desejos de inovações e mudanças na E.M.E.F. Paul Harris, surgem intensamente.

O mais imediato dos questionamentos que me proponho se refere ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem como eixo central do currículo escolar das séries finais do ensino fundamental. Em verdade, consiste na extensão natural da minha pesquisa e exigirá um grupo de pesquisa interdisciplinar para responder a pergunta: *um*

currículo para os anos finais do ensino fundamental pode ser estruturado e desenvolvido a partir de Projetos de Aprendizagem? Como?

A outra extensão natural desta investigação, e desafio atual para a E.M.E.F. Paul Harris, é a ampliação do uso de Projetos de Aprendizagem a todo o ensino fundamental. Neste sentido, lanço o seguinte problema de investigação: *é possível desenvolver a alfabetização matemática, tecnológica e de leitura e escrita via Projetos de Aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental? Como?*

Por fim, a terceira frente de pesquisa – e que desejo muito que aconteça em breve – diz respeito a uma ferramenta que contribui imensamente na aprendizagem, em especial quando aliada ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem, e que foi pouco tratada nesta dissertação: a tecnologia digital. Creio que o Programa Um Computador por Aluno (ProUCA) – inicialmente proposto pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e pela One Laptop Per Child (OLPC) e, desde 2005, incorporado pelo governo federal – chegará na E.M.E.F. Paul Harris e, com ele, uma nova perspectiva sobre ensinar e aprender será necessária. Nessa perspectiva, já me pergunto: *qual será o impacto do ProUCA nos métodos e técnicas de ensino adotados na E.M.E.F. Paul Harris? Em especial, como será a nova organização dos Projetos de Aprendizagem e da matemática nesse novo contexto?*

Enfim, fica em mim primeiro o sentimento de dever cumprido e de imediato a consciência de que futuras pesquisas precisam ser feitas.

Concluo esta dissertação – mais uma vez emocionado e realizado – transcrevendo a mensagem que recebi como resposta à solicitação de utilização da mensagem transcrita na seção 6.1.4 poucos instantes antes de finalizar esta escrita:

Assunto:Re: Estou feliz com o trabalho!!! Turma 61 (a da Vithórynha)

Caríssimo Professor Eduardo,

Como pai, pulo a parte de elogiar minha filha. Seria um tanto óbvio. Preciso lhe falar sobre "APRENDER", O APRENDER da "Vithórya" nestes 03 últimos anos.

Como também ocorreu comigo, há muitos anos atrás, a Vivi não queria nem saber de **Matemática**, por ser "terrível" e por tudo mais (que já sabemos) sobre a disciplina. APRENDER matemática assombra a vida de quase a totalidade dos alunos na idade escolar. Nos anos anteriores a 2008 era assim com a Vivi.

Neste ano de 2010 - esta menina arrancou com tudo, deixou 2008 com muito interesse pelos cálculos e uma tremenda necessidade de se superar.

Desenvolveu junto com colegas excelentes projetos, foi elogiada, recebeu medalhas de destaques...sem palavras.

Como é que pode?

Tá certo que as vezes ela extrapola pelo entusiasmo - quando diz querer Engenharia Física - pelo gosto que vem adquirindo pelos desafios e a curiosidade envolvida mas, sabemos que é através dos resultados "efetivos" (notas) que comprovo se está aprendendo ou não.

Ela está aprendendo e muito. E por mais que se busque aumentar os conhecimentos com pesquisa, estudos externos, etc, foi o ensinar a "APRENDER MATEMÁTICA" - pelo Professor EDUARDO - que estimulou a inteligência de um grupo de assustados, transformando um problemão - a disciplina - em desafio e confiança no futuro.

Frente a competitividade para ocupar os melhores espaços, seja na vida pessoal ou profissional, aquele que aprendeu a "APRENDER" terá maior chance de conquistar seus sonhos e realizações.

Receba meus cumprimentos e o meu respeito pelo seu GRANDE trabalho.

Respondendo sua pergunta, autorizo a transcrição da mensagem que lhe envie, para os seu trabalhos e projetos.

Um grande abraço e desejo que este projeto seja exemplo para todos os professores.

Marco Aurélio Chagas

REFERÊNCIAS*

- ALAVA, Séraphin (org.). **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002a.
- _____. Ciberespaço e Práticas de Formação: das ilusões aos usos dos professores. In: _____(org.). **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002b. Cap. 2, p. 53-70.
- BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. **Espaços de Aprendizagem em Rede: novas orientações na formação de Professores de Matemática**. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2003. 412p. Tese (Doutorado em Informática na Educação) Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; NEVADO, Rosane Aragón de; MENEZES, Crediné Silva de; COSTA, Iris Elizabeth Tempel; MAGDALENA, Beatriz Corso; FAGUNDES, Léa da Cruz. PROA – Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação na Promoção da Aprendizagem. **Revista Novas Tecnologia e Educação – Renote**. Porto Alegre, vol. 4, n. 2, dez, 2006. Disponível em <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigos/renote/25136.pdf>>. Acesso em 18 set. 2010.
- BIGODE, Antonio José Lopes. **Matemática hoje é feita assim, 6ª série**. São Paulo: FTD, 2000.
- BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina Azenha; OLIVARES, Ayrton. **Matemática: fazendo a diferença, 6ª série**. São Paulo: FTD, 2006.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 148 p.
- BRINGUIER, Jean-Claude. **Conversando com Jean Piaget**. Tradução de Maria José Guedes. Rio de Janeiro: DIFEL, 1978.
- CASO ESTUDO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2010. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Caso_estudo&oldid=19305775>. Acesso em: 5 set. 2010.
- CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS. Rio de Janeiro: SBPC, 1987- . Mensal. ISSN 0103-2054.
- DUTRA, Ítalo Modesto; CAMARGO, Fernanda Bedin; VALENTINI, Nádia Cristina; LACERDA, Rosália Procasko; MERG, Yara Maria Gonzales. **Projeto Amora 2000**. Porto Alegre, 1999. Disponível em <<http://mathematikos.psico.ufrgs.br/textos/projamora2000.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2010.

* De acordo com:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

- DUTRA, Í. M. ; FAGUNDES, L. C. ; CAÑAS, A. J. . **Un Enfoque Constructivista para el Uso de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia de Profesores**. In: CMC 2004 - First International Conference on Concept Mapping, 2004, Pamplona, Navarra - Espanha. First International Conference on Concept Mapping/Primer Congreso Internacional Sobre Mapas Conceptuales, 2004.
- FAGUNDES, Lea da Cruz; SATO, Luciane Sayuri; MAÇADA, Débora Laurino. **Aprendizes do Futuro: as inovações começaram!** MEC, 1999.
- FAGUNDES, Léa da Cruz, NEVADO, Rosane Aragón de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. **Projeto Escola Conectividade e Sociedade da Informação e do Conhecimento**. Porto Alegre, 2001. Disponível em <http://ecsic.lec.ufrgs.br/downloads/projetoBNDES_SMED_UFRGS.pdf>. Acesso em: 14 set. 2010.
- FIGUEIREDO, António Dias de. REDES E EDUCAÇÃO: A SURPREENDENTE RIQUEZA DE UM CONCEITO; In Conselho Nacional de Educação (2002), Redes de Aprendizagem, Redes de Conhecimento, Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, ISBN: 972-8360-15-0, Lisboa, Maio de 2002. Disponível em: <<http://teresianasstj.net/files/met/RedeseEducao.pdf>>. Acesso em 14 jan. 2010.
- FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- GARCIA, Vera Clotilde; MATTOS, Eduardo Britto Velho de, PRETO, Renata de Lima. Educação Matemática. Website. Disponível em: <http://matematicao.psico.ufrgs.br/dudu/pesq_edu_mat>. Acesso em: 5 set. 2010.
- HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MACHADO, Antonio. **Matemática e realidade: 7º ano**. São Paulo: Atual, 2009.
- INSTITUTO DE MATEMÁTICA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto pedagógico dos cursos de Licenciatura em Matemática e Licenciatura em Matemática – noturna**. Porto Alegre: 2004. Disponível em <http://mat.ufrgs.br/~comgradmat/resolucoes/licmat_projeto.pdf>. Acesso em: 18 set. 2010.
- LANDRY, Pierre. O sistema educativo rejeitará a internet? Ou as condições para uma boa integração das mídias nos dispositivos. In: ALAVA, Séraphin (org.). **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002. Cap.6, p. 119-130.
- LINS, Rômulo Campos. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani e BORBA, Marcelo de Carvalho (orgs.). **Educação Matemática. Pesquisa em Movimento**. São Paulo: Cortez, 2004.

- LUCCI, Elian Alabi. **A Era Pós-Industrial, a Sociedade do Conhecimento e a Educação para o Pensar** (notas de conferência para alunos e professores de ensino médio em diversos estados do Brasil). São Paulo: Saraiva, 2001. Disponível em <<http://www.hottopos.com/vidlib7/e2.htm>>. Acesso em 18 set. 2010.
- MACEDO, Lino de. **Ensaaios construtivistas**. 5. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.
- MATTOS, Eduardo Britto Velho de; FERRARI JÚNIOR, José Carlos; MATTOS, Milena Vitelo Pereira de. Projetos de Aprendizagem e o Uso de TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação: novos possíveis na escola. **Revista Novas Tecnologia e Educação – Renote**. Porto Alegre, vol. 3, n. 2, nov, 2005. Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a33_tics.pdf>. Acesso em 13 set. 2010.
- MORI, Iracema; ONAGA, Dulce Santiko. **Matemática: ideias e desafios, 7º ano**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MORIN, Edgar; MOIGNE, Jean-Louis Le. **A inteligência da complexidade**. Tradução de Nurimar Maria Falci. 3. ed. São Paulo: Peirópolis, 2000.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- NEVADO, Rosane Aragón de. **Espaços Interativos de Construção de Possíveis: uma nova modalidade de formação de professores**. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2001. 232p. Tese (Doutorado em Informática na Educação) Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. ed rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PIAGET, Jean. **O Nascimento da Inteligência na Criança**. Tradução de Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1970
- _____. Comentários sobre Educação Matemática. Tradução de Eduardo Britto Velho de Mattos e Paulo Francisco Slomp. In **Developments in Mathematical Education**. Proceedings of the 2nd International congress on mathematical education, Exeter, August 29th Setember 2nd, 1972. P. 79-87.
- _____. **A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Tradução de Marion Merlone dos Santos Penna. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- _____. **A Tomada de Consciência**. Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos, 1977.
- _____. **O Possível e o Necessário: Evolução dos Possíveis na Criança**. Volume 1. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

- _____. **A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação.** Tradução de Álvaro Cabral. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990
- _____. **Abstração Reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Tradução de Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- _____. **A Construção do Real na Criança.** Tradução de Ramon Américo Vasques. 3.ed. São Paulo: Ática, 2002.
- _____. **O estruturalismo.** Tradução de Moacyr Renato de Amorim. Rio de Janeiro: DIFEL, 2003.
- _____. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivette Braga. 18. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2007.
- PIAGET, Jean; BETH, W. E.; MAYS, W. **Epistemologia Genética e Pesquisa Psicológica.** Tradução da equipe da livraria Freitas Bastos. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.
- PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA/INSTITUTO DE MATEMÁTICA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Princípios norteadores do Plano Pedagógico do Mestrado.** Porto Alegre: 2004. Disponível em <<http://mat.ufrgs.br/~ppgem/apresentacao.htm>>. Acesso em: 18 set. 2010.
- RAMAL, Andrea Cecilia. **Educação na cibercultura: hipertexto, leitura, escrita e aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2002.
- SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo.** 2ª edição, Belo Horizonte: Autêntica, 2001
- VEEN, Wim; VRAKKING, Bem. **Homo Zappiens: educado na era digital.** Tradução de Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- VERGNAUD, Gerard. **A teoria dos Campos Conceptuais.** In: Recherches en didactique des Mathématiques, vol. 10/23. Grenoble: La Pensée Sauvage éditions, 1991. Cap. 3, p. 133-170.

APÊNDICES

APÊNDICE A

O que são Projetos de Aprendizagem?

Sempre ansiei [...] por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento (PAPERT, 2008, p.27)

A expressão Projeto de Aprendizagem pode ser analisada simploriamente como um conjunto de atividades, ações e procedimentos planejados com o objetivo de produzir conhecimentos e impulsionar a aprendizagem de alguém. No entanto, são tão diversas as teorias que tratam da ensinar e aprender e variados os métodos e técnicas utilizados para tanto que a definição acima se torna vazia.

De tal forma, para tratarmos de Projetos de Aprendizagem, precisamos ter presente quais são as teorias de aprendizagem que lhes dão suporte. A exposição e discussão dessas teorias, contudo, fazem parte do texto principal desta dissertação e do Apêndice B. Neste momento, cabe destacar que os Projetos de Aprendizagem são sustentados, em especial, pela teoria psicogenética de Jean Piaget, que trata dos processos de aprendizagem de crianças e adolescentes, e configuram-se em uma prática de iniciação científica, quando utilizados na educação básica.

Com isso, é possível caracterizar um Projeto de Aprendizagem como uma investigação que tem origem nas curiosidades individuais do aprendiz e, a partir delas,

possibilita a construção interdisciplinar de conhecimentos, por intermédio da investigação científica.

Destacam-se, os Projetos de Aprendizagem, por estruturarem uma prática pedagógica que leva os estudantes a aprenderem a aprender, desenvolvendo a autonomia e a autoria dos aprendizes frente a sua construção de conhecimento e construindo estratégias de trabalho em equipe, com a cooperação entre aprendizes e entre aprendizes e orientadores.

Além disso, os Projetos de Aprendizagem absorvem as constantes inovações das tecnologias digitais da informação e da comunicação, utilizando-as para qualificar os diferentes tipos de aprendizagens neles desenvolvidos.

Por fim, é necessário levantar que muitas são as confusões causadas por indiferenciações entre Projetos de Ensino, Projetos de Trabalho e Projetos de Aprendizagem. Neste momento, entretanto, apenas indicarei a existência de grandes diferenças entre eles, a análise e discussão delas encontram-se no texto principal desta dissertação e, em parte, no apêndice que segue.

Encerro citando novamente Papert (2008), para firmar que “a Escola não detém o direito de escolher por nós [alunos]” (p.32) e indicar que os Projetos de Aprendizagem surgem neste sentido e para evitar falas como a seguinte: “professora, o que eu aprendi hoje? [...] Papai sempre me pergunta, e eu nunca sei o que dizer” (p. 93).

Referências

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Tradução de Sandra Costa. ed rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.

APÊNDICE B

Aspectos teóricos que justificam o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem¹

A proposta desta dissertação consistiu em provocar e desafiar o leitor a experimentar uma nova estrutura curricular que implementasse o trabalho com Projetos de Aprendizagem vinculados ao ensino-aprendizagem de matemática (e quem sabe de outras áreas de conhecimento) na educação básica. Para tanto, inicialmente foi exposta essa nova proposta metodológica e confrontada com os tradicionais Projetos de Ensino e com os Projetos de Trabalho defendidos por Hernández e Ventura (1998). Em seguida, trouxe uma experiência de Projetos de Aprendizagem realizada nas aulas de matemática de uma turma de sexta série de uma escola pública da rede municipal de ensino de São Leopoldo/RS e, à luz da teoria psicogenética de Jean Piaget, da teoria dos campos conceituais de Vergnaud e de estudos sobre as novas tecnologias na educação, analisei a validade e eficácia desse método de ensino. Expus, também algumas repercussões já proporcionadas por este trabalho e as novas curiosidades que me proponho a partir da conclusão desta investigação.

Neste momento, reforço o convite ao leitor de utilizar-se dos resultados aqui obtidos e levá-los à sua sala de aula, aventurando-se a experimentar e descobrir uma nova maneira de aprender.

Para tanto, passo a expor algumas justificativas teóricas que sustentam a proposta de Projetos e Aprendizagem.

¹ O texto ora exposto é composto basicamente por extratos desta dissertação e surge para fornecer ao educador que pretende desenvolver Projetos de Aprendizagem nas suas aulas, um aporte teórico que embasa essa prática, sem a prévia necessidade de leitura integral desta dissertação, o que, contudo, recomendo.

Homo Zappiens

Veen e Vrakking (2009) apresentam um jogo de palavras que define de modo simples, porém preciso, os jovens que encontramos na escola e na sociedade atual. Hoje não encontramos mais o *Homo Sapiens*, mas sim a sua evolução: o Homo Zappiens.

A geração Homo Zappiens é “uma nova espécie que atua em uma cultura cibernética global com base na multimídia” (VEEN; VRAKING, 2009, p.30). Esse jovem “é um processador ativo de informação, resolve problemas de maneira muito hábil, usando estratégias de jogo, e sabe se comunicar muito bem” (VEEN; VRAKING, 2009, p.12).

A escola – nós professores – não deve ignorar essas mudanças, pelo contrário, são necessárias inovações nos modelos didáticos e propostas de ensino de modo a atender as demandas, e fazer uso das potencialidades, dessa geração que se apresenta.

Para eles, estamos – professores e escola – caminhando na direção inversa da evolução apontada por Veen e Vrakking (2009). O Homo Zappiens não vê mais sentido no modo como as escolas atuam em suas vidas. Os conteúdos, as tarefas, as formas e os meios de interação e comunicação e as fontes de informação são muito pobres e altamente artificiais, sendo, assim, contraproducente para a sua aprendizagem.

Tal modelo de escola, no qual a tarefa docente consiste em ensinar uma sequência de conteúdos pré-estabelecidos para formar um padrão de aluno, está centrada no paradigma da transmissão de conhecimento para a formação em massa, o qual enquadra-se plenamente à Sociedade Industrial.

Uma metáfora que retrata a organização e os ideais da Sociedade Industrial é a **metáfora da máquina**. Segundo Figueiredo (2002, p.1)

Os valores então reinantes eram os de um glorioso mundo mecanizado, que Frederick Taylor transformou em forma de organização ideal. Ser perfeito, nesses tempos, era operar como uma máquina. Perseguindo esse ideal de perfeição, as

fábricas de então transformaram-se em máquinas, e os trabalhadores em peças dessas máquinas, como tão bem retratou Charlie Chaplin, no seu famoso filme Tempos Modernos.

Nesse contexto, podemos imaginar que o papel da escola era o de moldar essas peças. As escolas, então, transformaram-se “em linhas de montagem para a produção massificada dos recursos humanos destinados a alimentar a Sociedade Industrial”(FIGUEIREDO, 2002, p.1).

Nesse sentido, Papert (2008) observa que o sistema educacional vigente continua bastante comprometido com a filosofia de educação do final do século XIX e início do século XX. **Ao educador atual incumbe a tarefa de romper com essa tradição.**

Papert (2008) apresenta essa trágica característica educacional supondo dois grupos de viajantes no tempo: um de cirurgiões e um de professores, ambos vindos de ao menos um século atrás. Os primeiros, ao entrar em uma sala de cirurgia de um moderno hospital, ficariam espantados com os novos instrumentos e técnicas utilizados. Poderiam, talvez, supor qual seria o órgão operado, no entanto as incertezas seriam tantas que não saberiam o que estaria sendo feito. Por outro lado, os professores viajantes reagiriam de modo bastante diferente ao entrarem em uma sala de aula. Talvez encontrassem alguns objetos estranhos e técnicas diferentes, contudo saberiam exatamente o que estaria ocorrendo e poderiam facilmente assumir a classe.

Essa metáfora dos viajantes no tempo parece tornar ainda mais clara a realidade de que o sujeito da sociedade da informação e da comunicação não consegue mais se engajar à escola que forma para a sociedade industrial. Segundo Landry (2002), a organização taylorista do trabalho – enquadrada na escola como: eu conheço, você escuta – resistiu até aqui, no entanto, hoje “já não basta saber para exercer uma atividade, [...] é preciso também ser capaz de resolver problemas por sua própria iniciativa e de aprender ao longo de toda a vida” (LANDRY, 2002, p.120).

Veen e Vrakking (2009), salientam o estudante atual nasceu e cresceu em meio a grandes mudanças e em uma época de abundância de informações; desse modo, desenvolveu estratégias eficazes de comunicação, cooperação e tratamento da informação. Sendo assim, ele está acostumado à colaboração, à investigação e à experimentação e o sistema escolar tradicional parece-lhe – e de fato tornou-se – extremamente pobre: poucas fontes de informação; situações lineares; explicações aparentemente lentas e detalhadas demais; foco na reprodução de informações; usos artificiais das novas tecnologias telemáticas; e obrigatoriedade de um papel passivo do aluno. Para o Homo Zappiens a escola está fora do mundo real.

O Homo Zappiens exige **uma escola diferente**:

– Durante as suas atividades diárias ele recebe e lida com uma avalanche de informações de variadas fontes e deve selecioná-las, avaliando a sua relevância e o seu nível de confiabilidade, para então organizá-las segundo suas necessidades. A sua escola deve estruturar-se com **amplas fontes de informações**.

– Eles gostam de estar imersos em situações nas quais não sabem por onde começar e nem como agir. A sua escola não pode ser linear, mas sim envolver **situações complexas e desafiadoras**.

– Ao receberem perguntas estão acostumados a dar respostas rápidas, com poucas palavras. O Homo Zappiens vai direto ao ponto, buscando expressar o núcleo da resposta. A sua escola deve permitir uma **visão inicial do todo** a partir de informações pontuais e, em seguida, a **escolha negociada dos detalhes a serem explorados** pelos aprendizes, a sua escola deve permitir a **investigação**.

– Eles estão acostumados a inovar, criar estratégias, formular perguntas e resolver problemas inéditos (por exemplo ao jogar e interagir em um jogo de computador e buscar o avanço a um próximo nível) e não a ler manuais, seguir passos, observar recomendações

externas e reproduzir informações desconectadas aos seus problemas. A sua escola deve **estimular a criatividade** do Homo Zappiens.

– A internet e a tecnologia digital estão entremeadas com a geração Homo Zappiens. Como os jovens convivem com ela desde que nasceram eles têm a impressão de que os recursos multimídia e a internet estarão sempre disponíveis. Do mesmo modo, as inovações tecnológicas não causam medo ou apreensões nas nossas crianças. Assim, a sua escola deve possibilitar **acesso criativo e inovador ao computador, à internet e aos demais recursos multimídia**.

– O Homo Zappiens aprende muito mais, e melhor, quando pode administrar a sua aprendizagem. Os jogos têm o seu sucesso devido, também, ao fato de que os jogadores tomam as rédeas e coordenam as situações problemáticas que se deparam. Assim, “o Homo Zappiens tornou-se um processador ativo de informações e alguém que sabe como resolver problemas” (VEEN; VRAKKING, 2009, p. 46). A sua escola deve aceitar e exigir **alunos ativos, criativos e que tomem a frente da suas aprendizagens**.

Os alunos dessa nova escola, acreditamos, desenvolvem Projetos de Aprendizagem.

Os Projetos de Aprendizagem privilegiam a investigação, as escolhas e a criatividade dos aprendizes, assim, essa nova escola atende os preceitos de Freire (2005, p.86) e Piaget (2007, p.15) sobre como ela deve ser estruturada.

O primeiro levanta que a escola deve

estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de respostas a perguntas que não foram feitas.

O segundo afirma que se deve dar especial atenção à

pesquisa espontânea da criança ou do adolescente e exigindo-se que toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida.[...] o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas.

Além disso, as características investigadoras e criativas dessa nova escola satisfazem Papert, uma vez que o autor afirma: “sempre ansiei [...] por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento” (PAPERT, 2008, p.27).

Nesse sentido, Ramal (2002, p.189, grifo nosso) afirma que

talvez assim o aluno assuma um papel até mais ativo, buscando por sua conta os temas que deseja aprofundar. Algo excluído há muito tempo do currículo entrará na escola: a própria vida do estudante. Então **cabará ao professor reinventar a sua profissão.**

Nessa nova profissão, o professor não é mais a principal fonte de informação e o transmissor de conteúdos, mas sim um orientador de aprendizagens, um questionador, um estimulador para os seus alunos e um parceiro de pesquisas.

Nesse sentido, com a construção de uma nova concepção de ensino-aprendizagem, espera-se que os ditos *maus alunos* em matemática, mas que são bem sucedidos em outras áreas do conhecimento experienciem aprender matemática com sucesso. Tal expectativa encontra amparo no que afirma Piaget (2007, p.14) sobre as supostas diferenças individuais de aptidão entre alunos:

as supostas aptidões diferenciadas dos 'bons alunos' em matemática [...] consiste principalmente na sua capacidade de adaptação ao tipo de ensino que lhes é fornecido; os 'maus alunos' [...] estão na realidade perfeitamente aptos a dominar os assuntos que parecem não compreender, contanto que estes lhe cheguem através de outros caminhos: são as 'lições' oferecidas que lhes escapam à compreensão, e não a matéria”.

Monstros no ensino de matemática

Piaget (2007) ao tratar dos supostos “bons e maus alunos” em matemática, aponta um fato preocupante: o crescente medo de muitos alunos ao se depararem com a matemática, a qual passou a ser tratada por muitos como a vilã entre as disciplinas escolares.

Nesse sentido, Lins (2004) aponta que a distância muito grande entre o que é a sala de aula de matemática e o que é a vida ordinária das pessoas tem feito a matemática da escola só existir dentro da própria instituição. Diferencia, por exemplo, o estudo de matemática e o estudo de português ou geografia: enquanto o primeiro costuma focar principalmente a sala de aula, os alunos falam, leem e escrevem na rua, veem, em jornais e revistas ou na televisão, falarem de outros países, de rios, de mares, de montanhas, de povos e do que eles fazem.

Observa o autor, que a matemática (para o matemático) não depende de nada que exista no mundo físico e, portanto, não pode ser natural para os alunos (diferente de português e geografia, como vimos no exemplo anterior). A matemática, vista assim, tornou-se “muito hábil em engendrar seres estranhos” (LINS, 2004, p.100). Surgem, então, os monstros monstruosos – tidos como monstros de estimação pelo matemático – que mantêm fora do Jardim do Matemático a maioria das pessoas.

Ao levantar a expressão *monstros*, Lins (2004) explica que o monstro não é uma fera ou uma aberração, mas assusta por não ser deste mundo e, por consequência, não seguir as regras deste mundo.

Assim é vista a matemática por muitos dos alunos: como uma invenção (monstruosa) que foge da compreensão do Homem comum. A comunidade, acaba por assumir o não gostar, o ser difícil e o ser chata como verdades sobre a matemática.

Esses alunos, de acordo com Lins (2004), deixam o monstro (a matemática) escapar porque assim podem retomar a vida e a paz. “Neste deixar-fugir é que se funda um processo de seleção e exclusão exercido pela matemática” (LINS, 2004, p.106).

O autor (LINS, 2004, p. 118) defende “que uma Educação Matemática faça o monstro monstruoso tornar-se monstro de estimação, [...] mesmo que fosse para o aluno dizer 'sei que é isso e não me assusta, mas não quero'.”

A escolha de **Projetos de Aprendizagem** como estratégia pedagógica para uma Educação Matemática **proporciona** – como demonstrado nesta dissertação – **essas mudanças** no ponto de vista dos alunos frente à matemática. E mais, ampliam-as, as mudanças, a variadas situações e contextos escolares.

Projetos de Aprendizagem

A proposta de Projetos de Aprendizagem, surge como uma alternativa às práticas pedagógicas que priorizam a formação de uma “cabeça bem cheia” (MORIN, 2005, p. 21), as quais privilegiam os ditos conteúdos universais e à concepção bancária de aprendizagem, que “sugere uma dicotomia inexistente homens-mundo. Homens simplesmente no mundo e não com o mundo e com os outros. Homens espectadores e não recriadores do mundo”(FREIRE, 1983, p. 69).

Rebate-se o ensino bancário, o qual, como nos aponta Freire (2005), “deforma a necessária criatividade do educando” e precisa ser substituído por uma prática que mantenha viva a curiosidade da criança.

Essa nova prática educacional deve tratar de formar uma “cabeça bem-feita” (MORIN, 2005, p.21). Para tanto, é fundamental que a escola, segundo Morin (2005), em vez

de acumular saberes, desenvolva uma aptidão geral dos alunos para colocar e resolver problemas e permita que se liguem os saberes, para, enfim, lhes devolver sentido.

Os Projetos de Aprendizagem permitem fugir do foco unicamente disciplinar da escola, possibilitando a integração das áreas de conhecimento em função da curiosidade dos alunos e rompendo com a inadequação, apontada por Morin (2005, p. 13),

entre os saberes separados, fragmentados, compartimentalizados entre disciplinas e, por outro lado, realidades ou problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários.

Na escola disciplinar, apontam Fagundes, Nevado e Basso (2001, p.43), o aluno geralmente não tem “oportunidade de fazer qualquer escolha, não é convidado a tomar qualquer decisão. Supõe-se que ele deva submeter-se completamente às regras impostas pela instituição educacional”. Papert (2008, p.32) afirma que “a Escola não detém o direito de escolher por nós [alunos]”. Com os Projetos de Aprendizagem reverte-se tal situação.

O aluno toma a rédeas da sua aprendizagem e assume o papel de autor na construção do seu conhecimento. Ao desenvolver um Projeto de Aprendizagem, o aluno age e interage com os objetos de estudo de modo tal que possibilita o nascimento de novos possíveis cognitivos.

O Possível Cognitivo Piagetiano, segundo Piaget (1985 apud NEVADO 2001, p.35),

não é algo observável, mas sim uma construção do sujeito na interação com os objetos. As propriedades ou as características do objeto são interpretadas devido às atividades do sujeito, que determinam o nascimento de novos possíveis e um enriquecimento das interpretações do sujeito. O possível cognitivo é essencialmente criação e invenção.

A criação e a invenção ganham forma nos Projetos de Aprendizagem, na medida em que eles surgem da genuína curiosidade e das indagações dos alunos acerca do mundo e da realidade na qual estão inseridos. Todo Projeto de Aprendizagem inicia com a formulação, pelos alunos, de questões de investigação, as quais passam a constituir e compor a base

curricular da escola e – em especial – dos alunos envolvidos com os referidos projetos e suas consequentes pesquisas e aprendizagens.

Em um Projeto de Aprendizagem tudo tem origem em uma pergunta. Pergunta essa que deve retratar uma importante curiosidade do seu autor (neste momento, o aluno). Com isso, atende-se aos preceitos levantados de que a educação precisa estimular e não aniquilar a curiosidade da criança.

Ao possibilitar que os alunos busquem – por meio de investigações – resolver as suas curiosidades atende-se a outro preceito importante e defendido pelos autores, o de que a educação deve tratar da aptidão de colocar e resolver problemas.

Ainda que tratemos de escolas e currículos escolares, as perguntas propostas pelos alunos não devem circundar os assuntos disciplinares previamente discutidos com os professores. Pelo contrário, as perguntas podem extrapolar – e geralmente extrapolam – o cunho disciplinar, fugindo, assim, das suas amarras e dos seus assuntos e conteúdos sequenciais e previamente definidos.

Escapa-se, assim, da já debatida fragmentação dos saberes, exposta por Morin e Moigne (2000), pelo princípio da separabilidade, o qual se impôs no domínio científico pela especialização e depois pela hiperespecialização e pela “compartimentação disciplinar em que os conjuntos complexos como a Natureza ou o ser humano foram fragmentados em partes não comunicantes” (MORIN; MOIGNE, 2000, p. 96). Segundo os autores, essa separação fez as disciplinas tenderem a se fechar em si próprias.

O conhecimento disciplinar

Nos Projetos de Aprendizagem, os alunos são agrupados por assuntos – com base nas Perguntas Iniciais² lançadas –, formando os grupos de pesquisa que os desenvolverão, com a orientação de um professor.

O Professor Orientador é a pessoa que manterá um contato mais próximo com os alunos-pesquisadores e terá uma maior interação com os mesmos. As suas funções são assim caracterizadas por Dutra, Camargo, Valentini, Lacerda e Merg (1999, p.13):

- orientador de projetos de investigação quando estimula e auxilia na viabilização de busca e organização de informações, frente às indagações do grupo de alunos;
- observador do processo de construção do conhecimento quando acompanha mais diretamente um pequeno grupo de alunos, entrevistando-os sistematicamente, para registrar a perspectiva do aluno sobre seu próprio aprendizado;
- professor especialista quando reconhece a pertinência de introduzir conceitos de seu campo de conhecimento no curso de um projeto interdisciplinar; respeitando a natureza e metodologias de seu campo específico;
- contato com especialistas em diferentes campos do conhecimento, sempre que for pertinente ao seu papel de orientador.

Formado o grupo e já definido o seu Professor Orientador, é elaborada a Pergunta Inicial do grupo de pesquisa (derivada das Perguntas Iniciais elaboradas pelos integrantes do grupo) que guiará as investigações, reflexões e aprendizagens dos alunos.

A partir de então, o currículo escolar dos alunos-pesquisadores começa a ser construído. As aprendizagens e os conteúdos disciplinares que comporão este currículo deverão surgir como demandas das investigações necessárias aos Projetos de Aprendizagem. Nesse sentido, faço coro com Morin (2005, p. 89) ao defender que “é preciso substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une”. As aprendizagens,

² A expressão Perguntas Iniciais diz respeito ao conjunto das questões que dão origem a um Projeto de Aprendizagem.

portanto, devem ser identificadas e tratadas no ponto de vista das várias áreas de conhecimento, mas sempre atreladas ao foco maior: a investigação do aluno.

Não se trata, cabe ressaltar, de desprezar as disciplinas; elas são plenamente justificadas, desde que “preservem um campo de visão que reconheça e conceba a existência de ligações e solidariedades. E mais: só serão plenamente justificáveis se não ocultarem realidades globais” (MORIN, 2005, p.112-113). Neste trabalho com Projetos de Aprendizagem, portanto, as disciplinas escolares reforçam a sua validade na medida em que são tratadas a partir das pesquisas e curiosidades globais dos alunos.

É importante salientar que a intervenção do Professor Orientador, que pode levar os alunos a investigar um determinado conceito, deve ser relacionada e tornar-se necessária ao Projeto de Aprendizagem. Diferencia-se, portanto, das intervenções conteudistas que definem – através do professor – os conceitos a serem estudados, ainda que desvinculados aos desejos aos estudantes.

Os caminhos percorridos no desenvolvimento das investigações determinam, como levantado anteriormente, o currículo escolar dos alunos individualmente e da turma coletivamente. Sobre isso, Mattos, Ferrari Júnior e Mattos (2005, p. 7) explicam:

na proposta de aprendizagem por projetos não iremos ver todo o conteúdo que tradicionalmente é tido como universal, tampouco todos os aprendizes terão tido as mesmas experiências ou as mesmas aprendizagens, mas terão aprendido muito, muito do que é visto na escola tradicional e muito do que não é visto. Serão pessoas capacitadas a resolver problemas reais e principalmente serão pessoas que aprenderão a fazer uma pesquisa científica, aprenderão a buscar respostas às suas inquietações, enfim, aprenderão a aprender.

Da mesma forma, os conceitos e conteúdos que emergem dos diversos Projetos de Aprendizagem são diferentes, portanto não serão tratados ao mesmo tempo por todos os alunos de uma mesma série. Sendo assim, a sequência curricular da escola precisa tornar-se

flexível de modo a congregar os vários caminhos percorridos e construídos pelos alunos e as peculiaridades e meandros das diversas áreas do conhecimento.

A proposta de Projetos de Aprendizagem, portanto, revoluciona a escola, trazendo de volta a ela os alunos, seus desejos, curiosidades, espontaneidades, impulsos, criatividade. Ao mesmo tempo não abandona os conhecimentos disciplinares, mas os explora sob um novo olhar, colocando-os em contato uns com os outros e todos com a realidade, além de possibilitar a sua reaproximação com o íntimo do aluno, trazendo novamente sentido para às suas existências.

Por fim, ao tratar de definir construtivismo e pensar em uma prática pedagógica construtivista, Macedo (2002, p. 36) parece falar de Projetos de Aprendizagem ao concluir que a prática pedagógica como uma investigação, tendo sentido de pesquisa, de descoberta, de invenção e de construção é o caminho para, “quem sabe, devolver um pouco do sentido de tudo isso. Desse sentido que tem se perdido na escuridão dos tempos e na clara insensatez dos homens”.

Projetos de Aprendizagem X Projetos de Ensino

Quando se fala em *aprendizagem por projetos* em uma escola muitas são as compreensões e confusões possíveis. A mais comum delas é feita com a concepção de Projetos de Ensino. No entanto, as suas diferenças são cruciais. Pode-se, inclusive, considerá-los opostos.

Lembrando da parábola dos dois grupos de viajantes no tempo trazida por Papert (2008), comparo que, no caso de dois grupos de professores, o que chegasse a uma sala de aula que trabalhasse com Projetos de Ensino teria o sentimento de que pouco mudou e, como referiu o autor, facilmente poderia assumir o comando da classe. Por outro lado, o grupo que

chegasse à sala de aula com Projetos de Aprendizagem, teria o mesmo sentimento do grupo de cirurgiões: talvez pudessem supor um pouco do que estaria sendo feito, mas as incertezas e o espanto com as novas configurações de escola seriam muito mais importantes.

Os Projetos de Ensino diferem-se dos Projetos de Aprendizagem desde a sua origem. O primeiro nasce das necessidades do professor e da sequência curricular da escola, enquanto o segundo parte das curiosidades e desejos do aluno.

No ponto de vista do aluno, pode-se concluir, então, que o Projeto de Ensino é artificial. Todo o seu desenvolvimento, portanto, é tratado pelo aluno como uma tarefa escolar, nada além disso. A consequência desse fato é que as atividades são realizadas apenas para satisfazer ao professor, não mobilizando todas as potencialidades do aluno para resolver um problema, muito menos produzir ou levantar problemas.

De outro lado estão os Projetos de Aprendizagem, como eles partem efetivamente dos alunos, geralmente são tratados da mesma forma que os jogos de computador. Sendo reais desafios para os estudantes, os Projetos de Aprendizagem mobilizam todas as potencialidades que o jovem de hoje – o Homo Zappiens – desenvolveu.

Desse modo, frases como relatadas por Papert (2008, p. 93) – “professora, o que eu aprendi hoje? [...] Papai sempre me pergunta, e eu nunca sei o que dizer” – são substituídas por relatos empolgados dos alunos/filhos sobre as suas descobertas e aprendizagens, as quais, segundo o autor são as melhores quando o aprendiz assume o comando, assim como o jovem Piaget o fez³.

Em relação às diferenças ente Projetos de Ensino e Projetos de Aprendizagem, Fagundes, Sato e Maçada (1999, p.17) construíram a seguinte tabela:

3 Papert (2008) refere-se ao primeiro artigo científico publicado por Jean Piaget, com apenas 11 anos, o qual foi feito por um ato intencional: obter permissão para usar a biblioteca de uma escola da sua cidade. O jovem Piaget, segundo o autor, pretendia que a bibliotecária o levasse a sério o suficiente para que lhe desse a permissão de usar a biblioteca.

Tabela Ap-B.1 – Ensino por Projetos X Aprendizagem por Projetos

	ENSINO POR PROJETOS	APRENDIZAGEM POR PROJETOS
Autoria. Quem escolhe o tema?	Professor, coordenação pedagógica	Alunos e professores individualmente e, ao mesmo tempo, em cooperação
Contextos	Arbitrado por critérios externos e formais	Realidade da vida do aluno
A quem satisfaz?	Arbitrio da sequência de conteúdos do currículo	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz
Decisões	Hierárquicas	Heterárquicas
Definições de regras, direções e atividades	Impostas pelo sistema, cumpre determinações sem optar	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores
Paradigma	Transmissão do conhecimento	Construção do conhecimento
Papel do professor	Agente	Estimulador/orientador
Papel do aluno	Receptivo	Agente

Acrescento a ela as seguintes diferenças, que apontam como os Projetos de Aprendizagem – ao contrário dos Projetos de Ensino – vão ao encontro da *escola diferente* que se mostra necessária ao Homo Zappiens.

Tabela Ap-B.2 – Projetos de Ensino X Projetos de Aprendizagem

	PROJETOS DE ENSINO	PROJETOS DE APRENDIZAGEM
Fontes de informação	Única: professor	Amplas e diversificadas
Organização curricular	Linear/monótona	Rede/Situação complexas e desafiadoras
Uso das TICs	Determinada e fiscalizada pelo professor	Autônoma, criativa e inovadora.
Atividade do aluno	Observador passivo	Autor ativo e criativo das suas aprendizagens
Método principal de ensino-aprendizagem	Aulas expositivas	Investigação
Forma para	Reprodução de conhecimentos	Construção de conhecimentos e criatividade
Sociedade a que satisfaz	Sociedade Industrial	Sociedade da Informação e do Conhecimento

De tal forma, pode-se afirmar que os Projetos de Aprendizagem divergem dos Projetos de Ensino e configuram-se, efetivamente, no avanço necessário à escola.

Passos essenciais ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem

A inexistência de manuais ou tutoriais *passo a passo* para o desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem é, acredito, uma opção consciente, na medida em que – ao contrário do que ocorre com as estratégias e técnicas tradicionais de ensino-aprendizagem – o dia a dia desses projetos é flexível, adequando-se às realidades de alunos, professores e escola em que são propostos. Assim como o currículo, a dinâmica dos Projetos de Aprendizagem é flexível e mutável.

No entanto, considero que alguns momentos são essenciais e, ainda que possam ser desenvolvidos de variadas maneiras, constituem a *coluna vertebral* do trabalho com Projetos de Aprendizagem, são eles:

- Atividades disparadoras de ideias e curiosidades;
- Lançamento das Perguntas Iniciais pelos alunos;
- Investigação propriamente dita, a qual engloba a busca de informações, a análise das mesmas e a produção dos alunos;
- Rodadas de Projetos;
- Fórum de Projetos.

As atividades disparadoras de ideias e curiosidades são propostas diversificadas realizadas no intuito de proporcionar aos alunos momentos de despertar sua curiosidade sobre a vida e o mundo que os cerca. Essas atividades podem versar sobre variados assuntos, especialmente temáticas que propiciem aos alunos experiências novas, portanto, prioriza-se temáticas inovadoras em relação aos assuntos corriqueiros da escola. Costumam ser conduzidas por professores da escola, professores convidados, palestrantes,icineiros, entre outros, podendo ser desenvolvidas tanto na escola quanto em outros ambientes a partir de saídas de campo.

Algumas propostas de atividades disparadoras de ideias e curiosidades de que participei dizem respeito a: experiências científicas; criação de programa de rádio; confecção de painéis e de *scrapbooks*, gravação e edição de filmes; criação de Mapas Conceituais⁴; ciências ocultas; saídas de campo (jardim zoológico, jardim botânico, museus de ciência e tecnologia, museus de arte, mostras sobre o universo, observatório astronômico, planetário,

4 A criação de Mapas Conceituais a que me refiro é atrelada a uma abordagem construtivista, como proposta por Dutra, Fagundes e Cañas (2004). Nela, as ligações entre conceitos – dois a dois – é feita por intermédio de um verbo e formam, assim, uma proposição lógica. São elas, portanto, suscetíveis a verificação de 'verdadeiro ou falso', sem a necessidade de análise integral do Mapa Conceitual.

passeios de barco); momentos de leitura e de leitura comentada; filmes e vídeos diversos e curiosos; mesa redonda e seminários; palestras; entre outros.

Nessas atividades, os alunos devem ter a oportunidade de observar e pensar em assuntos diversos e de fazer perguntas e explorar a sua curiosidade. É importante que experimentem fazer perguntas sobre diferentes temáticas e procurem analisá-las de modo a decidirem se constituem perguntas de pesquisa ou não. No caso de considerarem que não são perguntas que geram uma pesquisa relevante, eles podem reconstruí-las de modo que continuem vinculadas aos seus interesses e possibilitem uma investigação significativa. Essa prática e a diversidade das atividades propostas contribuem muito na qualidade das perguntas lançadas na etapa seguinte.

Sobre as ditas *perguntas de pesquisa*, ainda, um exemplo simples e comum dessa prática é a pergunta *quando o futebol foi inventado?*. Neste caso, a pesquisa que seria necessária para respondê-la é mínima. Em poucos minutos um aluno descobre que no ano de 1848 estabeleceu-se, em Cambridge, um código de regras para o futebol e que a partir de então, com regras claras e objetivas, começou a ser praticado por estudantes e filhos da nobreza inglesa.⁵

Ainda que o assunto possibilite muitas investigações e aprendizagens⁶ é extremamente artificial desenvolver um Projeto de Aprendizagem a partir de uma pergunta já respondida. Por outro lado, a pergunta: *como surgiu e evoluiu o futebol ao longo dos anos para chegar ao que praticamos hoje?* pode ser considerada uma pergunta que gera uma pesquisa e, portanto, um Projeto de Aprendizagem. Notemos que a dúvida sobre quando o

5 Informações extraídas do Portal Sua Pesquisa <<http://www.suapesquisa.com/futebol>>, acessado em 13 set. 2010.

6 Como, por exemplo, em matemática questões referentes a: bola de jogo (volume, superfície, pressão e massa); dimensões do campo (comprimento, superfície, ângulos, círculos e circunferências); combinações e fórmulas para organização de campeonatos e torneios; construção de tabelas e gráficos; cálculos de médias, de aproveitamento e de porcentagens; e uso de números positivos e negativos, entre outros, são conceitos e noções que surgem de modo quase imediato e podem ser explorados com os alunos.

futebol foi inventado mantem-se na investigação, no entanto passou a ser uma parte da pesquisa e não o seu objetivo único.

Após esse período de curiosidades e perguntas diversificadas, é destinado um momento para que os alunos formulem uma pergunta – a Pergunta Inicial – que, entre todas as suas dúvidas e curiosidades, seja a mais instigante e que mais lhes desperte o desejo de conhecer e buscar respostas. Costumo brincar com os alunos que deve ser uma curiosidade que dê vontade de pesquisar até no domingo de tarde.

Com base nos assuntos relacionados às Perguntas Iniciais propostas pelos alunos são formados os grupos de pesquisa; em geral esse agrupamento é proposto em cooperação por alunos e professores. Uma dinâmica possível para constituí-los é distribuir as perguntas entre os alunos – não necessariamente cada aluno com a sua pergunta – e convidar um a lê-la. Após, todos que estão com uma pergunta semelhante ou que por algum motivo a relacionam à sua pergunta, argumentam por agrupá-las. Depois de todos os grupos formados é interessante fazer uma releitura das perguntas para eventuais trocas e remanejamentos de grupos.

A partir de então, estão formados os grupos de pesquisa. Geralmente os alunos passam, nesse momento, a analisar os motivos de estarem juntos, elaboram uma nova Pergunta Inicial – que englobe todos os assuntos por eles levantados – e iniciam as pesquisas.

Ao elaborar essa nova Pergunta Inicial, é interessante solicitar que os alunos registrem as suas certezas provisórias e dúvidas temporárias, as quais podem ser tratadas também como conhecimentos e curiosidades relacionados à Pergunta Inicial, por exemplo. Destaco a expressão certezas provisórias, por indicarem que os conhecimentos constituem certezas apenas momentâneas, que podem, sempre, ser alteradas, excluídas ou mesmo confirmadas por pesquisas futuras. Da mesma forma, as dúvidas são ditas temporárias, reafirmando o compromisso por enfrentá-las ao desenvolver o Projeto de Aprendizagem. É importante destacar, ainda, que toda dúvida ou curiosidade está atrelada a uma ou mais

certezas ou conhecimentos de quem as propõem. Sobre isso podemos afirmar: *não há dúvida sobre algo de que nada conhecemos!*

O terceiro item – a investigação propriamente dita – é o que possui mais meandros e, portanto, possibilita uma infinidade de formulações, reformulações ou adaptações, todas pertinentes a uma relação construtivista na interação professor-aluno-conhecimento.

Em suma, ele trata da busca de informações, das análises das mesmas e das produções dos alunos. Pesquisas bibliográfica, de campo e de opinião são métodos frequentemente utilizados para a coleta de informações, as quais sempre devem ser acompanhadas de registros, análises e reflexões por parte dos alunos. As produções também assumem diferentes perspectivas, tais como: produção de textos; criação de websites ou livros; elaboração de Mapas Conceituais; gravação de filmes; confecção de painéis, maquetes, apresentações de slides; entre outros.

As orientações e debates entre pesquisadores e orientador são constantes, ocorrendo sistematicamente durante as aulas e esporadicamente em encontros eventuais ou mesmo agendados entre um grupo de pesquisadores e o orientador.

O quarto item da *coluna vertebral* é desenvolvido durante as investigações. Nas Rodadas de Projetos cada um dos grupos de pesquisa apresenta aos colegas e ao orientador as suas descobertas, conclusões, opiniões e dúvidas atuais; os materiais construídos – textos, websites, livros, Mapas Conceituais, filmes, painéis, maquetes, apresentações de slide etc. –; e as perspectivas de trabalho (planejamento das próximas atividades).

As Rodadas de Projetos constituem um importante momento de orientação e de tomada de consciência⁷ por parte dos alunos. Além disso é muito interessante, porque todos os

7 A tomada de consciência foi discutida no capítulo 3, seção 3.2, desta dissertação, no entanto tento resumi-la como uma reconstituição conceitual do que se tem feito na ação, ela é a interpretação e a explicação da ação. Macedo (2002, p.162) explica que “a tomada de consciência das condutas depende de um processo de conceituação em que o sujeito, desligando-se dos objetivos e resultados da ação – que são aspectos conscientes – passa a se interessar por sua razão – que são aspectos inconscientes”. A tomada de consciência está, portanto, no momento em que o sujeito preocupa-se em compreender e explicar as suas ações, em especial na busca das razões do êxito das suas ações. A tomada de consciência é a transformação de um fazer em um compreender.

colegas têm a oportunidade de debater, sugerir e levantar novas questões para a investigação. Com isso, “percebe-se que o aluno pode assumir também o papel de orientador do projeto do colega, tendo a oportunidade de analisar a investigação, fazendo com que tome consciência de importantes aspectos da sua investigação que ainda não lhe estavam claros” (MATTOS; FERRARI JÚNIOR; MATTOS, 2005, p. 5).

Por fim, todo Projeto de Aprendizagem deve ter uma culminância: o Fórum de Projetos. Nele, são realizadas as apresentações formais, nas quais os alunos expõem todas as suas construções realizadas ao longo das investigações. Essas apresentações podem ser feitas das mais variadas formas e com diversos recursos – condizentes com as suas produções –, cabendo aos pesquisadores, em conjunto com seu orientador, planejar como serão desenvolvidas.

Além dos próprios apresentadores e colegas, o Fórum de Projetos pode contar com convidados, tais como: direção, supervisão, demais professores e colegas da escola; membros da Secretaria de Educação e professores convidados; e demais convidados externos à escola. Muitas vezes, é formada por representantes de todos os segmentos presentes uma banca avaliadora para as apresentações.

Nesta nova proposta de Projetos de Aprendizagem vinculados à área de matemática, trago uma novidade: o compromisso diário dos alunos em descobrir como as suas aprendizagens são e relacionam-se com matemática. Desde o momento da formulação da Pergunta Inicial, nas suas hipóteses já devem aparecer os conceitos, conteúdos ou mesmo assuntos de matemática que se relacionam – ainda enquanto hipóteses – e podem ser aprofundados ao longo do trabalho. Espera-se que as relações inicialmente levantadas sejam qualificadas ou mesmo alteradas e aprofundadas à medida que os alunos avancem nas investigações, de modo a possibilitar aprendizagens que sustentem a aprovação dos mesmos para a etapa letiva seguinte.

Referências

- DUTRA, Ítalo Modesto; CAMARGO, Fernanda Bedin; VALENTINI, Nádia Cristina; LACERDA, Rosália Procasko; MERG, Yara Maria Gonzales. **Projeto Amora 2000**. Porto Alegre, 1999. Disponível em <<http://mathematikos.psico.ufrgs.br/textos/projamora2000.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2010.
- DUTRA, Í. M. ; FAGUNDES, L. C. ; CAÑAS, A. J. . **Un Enfoque Constructivista para el Uso de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia de Profesores**. In: CMC 2004 - First International Conference on Concept Mapping, 2004, Pamplona, Navarra - Espanha. First International Conference on Concept Mapping/Primer Congreso Internacional Sobre Mapas Conceptuales, 2004.
- FAGUNDES, Lea da Cruz; SATO, Luciane Sayuri; MAÇADA, Débora Laurino. **Aprendizes do Futuro: as inovações começaram!** MEC, 1999.
- FAGUNDES, Léa da Cruz, NEVADO, Rosane Aragón de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. **Projeto Escola Conectividade e Sociedade da Informação e do Conhecimento**. Porto Alegre, 2001. Disponível em <http://ecsic.lec.ufrgs.br/downloads/projetoBNDES_SMED_UFRGS.pdf>. Acesso em: 14 set. 2010.
- FIGUEIREDO, António Dias de. REDES E EDUCAÇÃO: A SURPREENDENTE RIQUEZA DE UM CONCEITO; In Conselho Nacional de Educação (2002), Redes de Aprendizagem, Redes de Conhecimento, Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, ISBN: 972-8360-15-0, Lisboa, Maio de 2002. Disponível em: <<http://teresianasstj.net/files/met/RedeseEducao.pdf>>. Acesso em 14 jan. 2010.
- FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- LANDRY, Pierre. O sistema educativo rejeitará a internet? Ou as condições par uma boa integração das mídias nos dispositivos. In: ALAVA, Séraphin (org.). **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2002. Cap.6, p. 119-130.
- LINS, Rômulo Campos. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani e BORBA, Marcelo de Carvalho (orgs.). **Educação Matemática. Pesquisa em Movimento**. São Paulo: Cortez, 2004.
- MACEDO, Lino de. **Ensaio construtivistas**. 5. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

- MATTOS, Eduardo Britto Velho de; FERRARI JÚNIOR, José Carlos; MATTOS, Milena Vitelo Pereira de. Projetos de Aprendizagem e o Uso de TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação: novos possíveis na escola. **Revista Novas Tecnologia e Educação – Renote**. Porto Alegre, vol. 3, n. 2, nov, 2005. Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a33_tics.pdf>. Acesso em 13 set. 2010.
- MORIN, Edgar; MOIGNE, Jean-Louis Le. **A inteligência da complexidade**. Tradução de Nurimar Maria Falci. 3. ed. São Paulo: Peirópolis, 2000.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- NEVADO, Rosane Aragón de. **Espaços Interativos de Construção de Possíveis: uma nova modalidade de formação de professores**. Porto Alegre: PPGIE/UFRGS, 2001. 232p. Tese (Doutorado em Informática na Educação) Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. ed rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PIAGET, Jean. **O Possível e o Necessário: Evolução dos Possíveis na Criança**. Volume 1. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- _____. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivette Braga. 18. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2007.
- RAMAL, Andrea Cecilia. **Educação na cibercultura: hipertexto, leitura, escrita e aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- VEEN, Wim; VRAKKING, Bem. **Homo Zappiens: educado na era digital**. Tradução de Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed, 2009.

APÊNDICE C

Conjunto de atividades sugeridas para uma edição de Projetos de Aprendizagem

O material ora apresentado consiste em um conjunto de possíveis atividades para o desenvolvimento de uma edição de Projetos de Aprendizagem com alunos de uma escola qualquer.

Com o objetivo de enquadrar essas atividades às realidades de um e de dois encontros semanais para o desenvolvimento dos Projetos de Aprendizagem, organizei as propostas como semanais, assim, cada educador adaptará as sugestões à sua realidade escolar.

Saliento, contudo, que este não é um roteiro único – o que defendo impossível de ser criado em função, entre outros, da necessária flexibilidade do trabalho com Projetos de Aprendizagem –, tampouco constitui um material a ser seguido. O que pretendo com esta construção é disponibilizar um apoio a professores que desejam experimentar desenvolver Projetos de Aprendizagem com seus alunos. Espero que as sugestões aqui expostas sejam pertinentes não apenas a professores de matemática, mas a educadores vinculados a variadas áreas de conhecimento.

Por excelência, a proposta de Projetos de Aprendizagem é interdisciplinar, no entanto pode ser desenvolvida em uma área específica (como foi o caso da experiência realizada para esta dissertação). Ainda assim, a proposta mantém-se interdisciplinar por possibilitar aprendizagens relacionadas a diversas áreas de conhecimento, caberá ao professor – se possível – convidar outros profissionais a apropriarem-se do trabalho e, quem sabe, colaborar com as investigações dos alunos (assim começou a surgir o mais importante resultado desta dissertação: as quatorze turmas das séries finais da E.M.E.F Paul Harris de São Leopoldo/RS

passaram, com o término da experiência realizada, a desenvolver Projetos de Aprendizagem como estratégia pedagógica vinculada às dez áreas do conhecimento privilegiadas nessa escola, como exposto no capítulo 6, seção 6.2, desta dissertação).

Passo, então, às sugestões.

Atividades disparadoras de ideias e curiosidades

As atividades disparadoras de ideias e curiosidades são propostas diversificadas realizadas no intuito de proporcionar aos alunos momentos de despertar sua curiosidade sobre a vida e o mundo que os cerca. Essas atividades podem versar sobre variados assuntos, especialmente temáticas que propiciem aos alunos experiências novas, portanto, prioriza-se temáticas inovadoras em relação aos assuntos corriqueiros da escola. Costumam ser conduzidas por professores da escola, professores convidados, palestrantes, oficinairos, entre outros, podendo ser desenvolvidas tanto na escola quanto em outros ambientes a partir de saídas de campo.

Algumas propostas de atividades disparadoras de ideias e curiosidades de que participei dizem respeito a: experiências científicas; criação de programa de rádio; confecção de painéis e de *scrapbooks*, gravação e edição de filmes; criação de Mapas Conceituais¹; ciências ocultas; saídas de campo (jardim zoológico, jardim botânico, museus de ciência e tecnologia, museus de arte, mostras sobre o universo, observatório astronômico, planetário, passeios de barco); momentos de leitura e de leitura comentada; filmes e vídeos diversos e curiosos; mesa redonda e seminários; palestras; entre outros.

¹ A criação de Mapas Conceituais a que me refiro é atrelada a uma abordagem construtivista, como proposta por Dutra, Fagundes e Cañas (2004). Nela, as ligações entre conceitos – dois a dois – é feita por intermédio de um verbo e formam, assim, uma proposição lógica. São elas, portanto, suscetíveis a verificação de 'verdadeiro ou falso', sem a necessidade de análise integral do Mapa Conceitual.

Nessas atividades, os alunos devem ter a oportunidade de observar e pensar em assuntos diversos e de fazer perguntas e explorar a sua curiosidade. É importante que experimentem fazer perguntas sobre diferentes temáticas e procurem analisá-las de modo a decidirem se constituem perguntas de pesquisa ou não. No caso de considerarem que não são perguntas que geram uma pesquisa relevante, eles podem reconstruí-las de modo que continuem vinculadas aos seus interesses e possibilitem uma investigação significativa. Essa prática e a diversidade das atividades propostas contribuem muito na qualidade das perguntas lançadas na etapa seguinte.

Sobre as ditas *perguntas de pesquisa*, ainda, um exemplo simples e comum dessa prática é a pergunta *quando o futebol foi inventado?*. Neste caso, a pesquisa que seria necessária para respondê-la é mínima. Em poucos minutos um aluno descobre que no ano de 1848 estabeleceu-se, em Cambridge, um código de regras para o futebol e que a partir de então, com regras claras e objetivas, começou a ser praticado por estudantes e filhos da nobreza inglesa.²

Ainda que o assunto possibilite muitas investigações e aprendizagens³ é extremamente artificial desenvolver um Projeto de Aprendizagem a partir de uma pergunta já respondida. Por outro lado, a pergunta *como surgiu e evoluiu o futebol ao longo dos anos para chegar ao que praticamos hoje?* pode ser considerada uma pergunta que gera uma pesquisa e, portanto, um Projeto de Aprendizagem. Notemos que a dúvida sobre quando o futebol foi inventado mantém-se na investigação, no entanto passou a ser uma parte da pesquisa e não o seu objetivo único.

2 Informações extraídas do Portal Sua Pesquisa <<http://www.suapesquisa.com/futebol>>, acessado em 13 set. 2010.

3 Como, por exemplo, em matemática questões referentes a: bola de jogo (volume, superfície, pressão e massa); dimensões do campo (comprimento, superfície, ângulos, círculos e circunferências); combinações e fórmulas para organização de campeonatos e torneios; construção de tabelas e gráficos; cálculos de médias, de aproveitamento e de porcentagens; e uso de números positivos e negativos, entre outros, são conceitos e noções que surgem de modo quase imediato e podem ser explorados com os alunos.

Atividades disparadoras de ideias e curiosidades sugeridas

A quantidade de atividades disparadoras fica a critério do professor e da disponibilidade de tempo para elas. Na experiência proposta nesta dissertação foi destinado apenas um encontro para elas. Outras vezes as desenvolvi durante de um mês.

- **Saídas de campo** (tenho como referência as cidades de Porto Alegre e de São Leopoldo/RS, aos educadores de outras localidades fica o espírito das propostas, as quais poderão ser adaptadas às oportunidades locais):

1. Museu da UFRGS

<<http://www.museu.ufrgs.br>>

contato: museu@museu.ufrgs.br / (51) 33084022

2. Planetário da UFRGS

<<http://www.planetario.ufrgs.br>>

contato: (51) 33085384

3. Observatório Astronômico da UFRGS

<<http://www.if.ufrgs.br/observatorio>>

contato: (51) 33083352

4. Jardim Botânico e Museu de Ciências Naturais

<<http://www.fzb.rs.gov.br>>

contato: (51) 33202027

5. Parque Zoológico

<<http://www.fzb.rs.gov.br>>

contato: (51) 34741499

6. Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS
<<http://www.pucrs.br/mct>>
contato: (51) 33203597
7. Museu de Arte do Rio Grande do Sul – MARGS
<<http://www.margs.rs.gov.br>>
contato: museu@margs.rs.gov.br / (51) 32272311
8. Santander Cultural
<<http://www.santandercultural.com.br>>
contato: (51) 32875940
9. Fundação Iberê Camargo
<<http://www.iberecamargo.org.br>>
contato: (51) 32478001
10. Instituto Martin Pescador
<<http://www.martimpescador.org.br>>
contato: instituto@martimpescador.org.br / (51) 35906472
11. Linha Turismo de Porto Alegre - Roteiros Centro Histórico e Zona Sul
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/turismo/default.php?p_secao=285
contato: (51) 3289.6744 / (51) 3289.6745
12. Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP
<<http://www.refap.com.br>>
contato: (51) 34152092
13. Parque Estadual de Itapuã
<<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/bioconh5.htm>>
contato: (51) 34948082 / (51) 34948083 / duc-defap@sema.rs.gov.br
14. Cinemas

- **Oficinas diversificadas** (sujeitas às especialidades dos professores envolvidos):

1. Experiências científicas
2. Criação de programa de rádio
3. Confeção de painéis curiosos
4. Criação de Scrapbooks
5. Gravação e edição de filmes
6. Alimentação colorida
7. Invenções
8. Métodos de Pesquisa

- **Palestras** (sujeitas a contatos com palestrantes)

Três palestras que oportunizamos recentemente aos alunos da E.M.E.F. Paul Harris versaram sobre (i) o que é fazer ciência, oferecida por um neurocientista vinculado à UFRGS, (ii) direitos e deveres humanos, oferecida por um advogado e (iii) ações do *Green Peace*, oferecida por um integrante da organização <<http://www.greenpeace.org/brasil/>>

- **Vídeos:**

1. Poeira das Estrelas/Fantástico/Rede Globo – 12 episódios
<<http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/1,,JOR174-15607,00.html>>
<http://www.youtube.com/results?search_query=poeira+das+estrelas>
2. Planeta Terra/Fantástico/Rede Globo – 7 episódios
<http://www.youtube.com/results?search_query=planeta+terra+fantastico>
3. Profundezas oceânicas
<http://www.youtube.com/results?search_query=profundezas+oceanicas>

4. Origem da vida

<http://www.youtube.com/results?search_query=origem+vida+discovery>

5. O segredo das coisas – Discovery Channel

<http://www.youtube.com/results?search_query=discovery+segredo+coisas>

6. Como é Possível? - Discovery Channel

<http://www.youtube.com/results?search_query=discovery+como+possivel>

7. Arte com as mãos

<http://www.youtube.com/results?search_query=arte+maos>

8. Auroras Boreal e Austral

<http://www.youtube.com/results?search_query=aurora+boreal+austral>

9. Tsunami

<http://www.youtube.com/results?search_query=tsunami>

10. Animais selvagens

<http://www.youtube.com/results?search_query=felinos+selvagens>

<http://www.youtube.com/results?search_query=animais+selvagens>

11. Pirâmides do Egito

<http://www.youtube.com/results?search_query=piramides+egito>

12. Super Maquinas (helicópteros, navios, aviões)

<http://www.youtube.com/results?search_query=discovery+super+maquinas>

13. Vulcões

<http://www.youtube.com/results?search_query=discovery+vulcoes>

- **Leituras coletivas, leitura comentada e momento de leitura individual**

São momentos dedicados a leitura, podendo ser realizada a partir de materiais (livros, reportagens, artigos, revistas) disponibilizados pelo professor ou pelos alunos.

- **Atividades com a revista Ciência Hoje das Crianças⁴** (coletânea de reportagens em anexo)

Um atividade que realizei com os alunos, a partir de uma coletânea de reportagens que possuem perguntas (tais como *Por que...?*, *Como funciona...?*, *Você sabia...?*) no título, foi a seguinte:

1. organizei a turma em pequenos grupos e distribui entre eles os títulos das reportagens (diferentes para cada grupo);
2. solicitei que os alunos debatessem com os colegas de grupo e elaborassem possíveis respostas às perguntas (nesse momento trabalhamos também com a formulação de hipóteses);
3. pedi que cada grupo escolhesse uma das perguntas para apresentar aos colegas e logo reorganizei a turma, desta vez em círculo (com os grupos sentados próximos);
4. cada um dos grupos iniciou questionando os colegas sobre a sua pergunta (título selecionado) e, em seguida, leu a sua resposta/hipótese construída;
5. ao final de cada apresentação, entreguei a reportagem integral ao grupo e os convidei a ler aos colegas;
6. após cada uma das leituras, possibilitei que os alunos discutissem sobre as informações e emitissem as suas opiniões;
7. concluídas as apresentações e discussões, disponibilizei aos alunos as demais reportagens.

4 Além da coletânea em anexos, o sitio da revista <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br>> disponibiliza muitos materiais interessantes e curiosos.

Considerarei essa atividade de grande valia por vários aspectos, destaco alguns: (i) tratou de assuntos curiosos e diversificados, (ii) exigiu o levantamento de hipóteses, (iii) levou os alunos a questionarem-se e vislumbrarem a necessidade de pesquisar e buscar informações, (iv) possibilitou o confronto entre hipóteses e informações obtidas e (v) os alunos mantiveram-se interessados e alegres durante a atividade.

Perguntas Iniciais

Após o período destinado a curiosidades e perguntas diversificadas, é destinado um momento para que os alunos formulem uma pergunta – a Pergunta Inicial – que, entre todas as suas dúvidas e curiosidades, seja a mais instigante e que mais lhes desperte o desejo de conhecer e buscar respostas. Costumo brincar com os alunos que deve ser uma curiosidade que dê vontade de pesquisar até no domingo de tarde.

Atividade sugerida para o lançamento das Perguntas Iniciais

No encontro destinado à propositura das Perguntas Iniciais pelos alunos é interessante propor uma atividade prévia às perguntas. É preferível que seja proposta uma atividade que trate de curiosidades e perguntas. Duas sugestões são as já levantadas leitura coletiva e atividade com a revista *Ciência Hoje das Crianças*. Para a leitura coletiva um livro (um tanto infantil, mas muito interessante) que trata de curiosidades é *A curiosidade premiada*, de Fernanda Lopes de Almeida.

Outra leitura interessante é o livro *O menino que aprendeu a ver* de Ruth Rocha. Um motivo para a escolha dessa segunda opção (como fiz na experiência de Projetos de

Aprendizagem em matemática, ou melhor, de matemática via Projetos de Aprendizagem) é por relacionar o menino que está aprendendo a ver as letras (a cada dia que ele aprende uma nova letra todos os cartazes, revistas etc. passam a ter esta letra e não apenas os riscos indecifráveis de antes), com a proposta de Projetos de Aprendizagem, na qual os alunos devem aprender a ver variadas áreas de conhecimento em assuntos até então totalmente alheios a elas.

Após a atividade introdutória é proposto o momento de formulação das Perguntas Iniciais.

Os alunos, individualmente, devem formular as suas **Perguntas Iniciais** (cada aluno a sua). Enquanto eles pensam e escrevem as suas perguntas, é interessante circular entre os alunos para ajudá-los a escrever uma pergunta que seja exatamente o que eles pretendem investigar e seja uma pergunta de pesquisa (perguntas do tipo: Quando...? Quem...? Quantos...? costumam ser interessantes com perguntas secundárias, mas não como a principal). É importante, nesse momento, estar atento para não sugerir perguntas aos alunos, mas sim questioná-los sobre as suas *curiosidades mais curiosas* e ajudá-los, apenas se necessário, a escrever as perguntas

Além da pergunta, considero importante solicitar que os alunos escrevam o que os leva a fazer tal pergunta (qual é a origem, a **justificativa**, da curiosidade) e como imaginam que será a resposta (qual é a **hipótese** deles). Essas respostas são importantes para a efetiva compreensão do que eles pretendem saber⁵ (muito importante no momento da formação dos grupos por afinidade de interesse) e para posteriormente eles compararem as suas descobertas com o que imaginavam. Além disso, trazem um pouco do que os alunos já conhecem sobre o tema e contribui para o andamento das pesquisas.

5 Um exemplo de confusão poderia ser a pergunta “como foi a evolução do homem?”. Sem conhecermos a justificativa do aluno ou a sua hipótese poderíamos imaginar tanto que ele pretende investigar a evolução biológica do ser humano e confrontar as teorias evolucionistas e criacionistas, quanto que ele se interessa pela evolução do homem enquanto sociedade, ou ainda que ele está curioso para entender o seu próprio corpo e as mudanças (evoluções) que estão acontecendo.

Nas hipóteses, pode-se solicitar, também, que cada um dos alunos registre quais são os conceitos das variadas áreas de conhecimento (na experiência proposta nesta dissertação solicitei apenas em matemática, mas atualmente as peço em relação a outras áreas também) que estabelecem relações com a pergunta proposta e como tais relações ocorrem. Assim, a preocupação deles em *aprender a ver* cada uma das áreas já será iniciada.

Formação dos grupos de pesquisa

Esse momento pode ser precedido da formação das turmas de pesquisa, no caso de propostas com mais de uma turma e que há integração ente as mesmas. Nessa hipótese, o grupo de professores – se possível, professores e alunos – propõe a formação de turmas de pesquisa por afinidade de assuntos, por exemplo: (i) tecnologia, (ii) natureza, (iii) animais, (iv) misticismo, (v) universo, (vi) música e moda, (vii) religiões e fatos históricos, (viii) corpo humano e saúde.

Atividade sugerida para a formação dos grupos de pesquisa

Já estabelecidas as turmas, passa-se à formação dos grupos de pesquisa.

Esse é o primeiro encontro entre o professor orientador⁶ e os alunos-pesquisadores, portanto iniciarei a contagem das semanas.

1ª semana – Com base nos assuntos relacionados às Perguntas Iniciais propostas pelos alunos são formados os grupos de pesquisa. Uma dinâmica possível para realizá-los é distribuir as perguntas aos alunos – não necessariamente cada aluno com a sua pergunta – e

⁶ Neste texto sempre trato do professor orientador, no singular, no entanto a possibilidade de trabalharem juntos dois professores traz enormes vantagens. Ainda assim, ambas as possibilidades são válidas e podem gerar construções de conhecimento fantásticas (por professores e alunos).

convidar um a lê-la. Após, todos que estão com uma pergunta semelhante ou que por algum motivo a relacionam à sua pergunta, argumentam por agrupá-las.

Considero interessante que o agrupamento seja proposto pelos alunos, e não apenas informado a eles (mesmo que tenhamos uma prévia mentalmente), para que seja mantida e valorizada a autoria e o engajamento deles em todos os momentos da pesquisa. Além disso, é relevante que todos reflitam sobre todas as questões propostas e contribuam (e recebam contribuições) com os Projetos de Aprendizagem dos colegas, mesmo que passem a integrar diferentes grupos.

Durante essa atividade, é possível que um aluno seja seduzido pela pergunta de um colega e deseje abandonar a sua Pergunta Inicial, para, assim, envolver-se com a outra curiosidade, que desde então será sua também. Confesso que não simpatizo com essa possibilidade e tendo a não aceitá-la, no entanto, caso ocorra deve-se dedicar atenção e considerá-la. Costumo analisar a situação e caso entenda verdadeiro o desejo, concordo.

Justifico a minha manifesta antipatia pela possibilidade levantada por considerar que estas propostas de mudanças podem ser motivadas mais por amizades do que pela curiosidade e aí cria-se um vasto campo de frustrações, as quais também podem motivar importantes aprendizagens.

Com os grupos formados, passa-se à discussão (interna a cada um dos grupos) das razões do agrupamento. O resultado esperado dessas discussões é a formulação de novas Perguntas Iniciais, as quais guiarão as investigações de cada um dos grupos de pesquisa. As perguntas individuais, tornam-se, então, questões acessórias à principal.

Solicita-se, também, que elaborem novas justificativas e hipóteses do grupo. Nessas hipóteses, novamente, é interessante solicitar que já indiquem as hipóteses de relações com as áreas de conhecimento.

Cabe, nesse momento, uma reflexão sobre a presença ou não de conteúdos. É fundamental que o professor orientador tenha presente que ao trabalhar com Projetos de Aprendizagem o foco deixa de ser o conteúdo a ser ensinado e passa a ser a curiosidade do aluno. Contudo, esses conteúdos não são abandonados, eles devem vir a tona em meio às investigações. Certamente não é possível definir antecipadamente quais os conteúdos que serão trabalhados, mas deve-se ter claro que eles se farão presentes e provavelmente estarão permeados por uma complexidade muito maior e mais interessante do que se poderia imaginar e planejar.

Em relação à proposta desta dissertação escrevi: “como esta proposta está vinculada à atividade docente de matemática e eu sou professor de matemática (é importante nunca esquecer disso), os alunos também devem estar comprometidos em perguntar sobre e estabelecer relações em matemática. Deve-se ter presente, também, que os Projetos de Aprendizagem abrangem muito mais do que apenas matemática. Neste sentido, é importante buscar contribuições com colegas de outras áreas de conhecimento, recebendo sugestões e materiais, convidando-os a conversar com grupos de alunos, proporcionando demandas a serem por eles tratadas em aula (se considerarem oportuno, claro) entre outros”. O mesmo se aplica a todas as áreas!

Após, os alunos são convidados a realizar um planejamento das investigações, passa-se pelo levantamento do que já sabem sobre o assunto e o que pretendem pesquisar (certezas provisórias e dúvidas temporárias⁷) e pela definição dos passos e estratégias que seguirão para a busca de informações.

7 A expressão certezas provisórias indica que os conhecimentos constituem certezas apenas momentâneas, que podem, sempre, ser alteradas, excluídas ou mesmo confirmadas por pesquisas futuras. Da mesma forma, as dúvidas são ditas temporárias, reafirmando o compromisso por enfrentá-las ao desenvolver o Projeto de Aprendizagem. É importante destacar, ainda, que toda dúvida ou curiosidade está atrelada a uma ou mais certezas ou conhecimentos de quem as propõem. Sobre isso podemos afirmar: *não há dúvida sobre algo de que nada conhecemos!*

Por fim, solicita-se que os alunos, ainda no plano das hipóteses construam a primeira versão do Mapa Conceitual⁸ do seu Projeto de Aprendizagem e a primeira versão do índice do seu trabalho.

Sobre o Mapa Conceitual é importante destacar que sejam levantados conceitos relacionados a uma possível resposta à Pergunta Inicial lançada. Muitas vezes, entretanto o primeiro Mapa Conceitual é composto apenas pelas certezas dos alunos sobre o assunto pesquisado, mas que em nada relaciona-se às possíveis respostas.

Costumo solicitar que esse Mapa Conceitual seja composto por dez conceitos, no entanto nem sempre isso ocorre, como vemos na Figura Ap-C.1.

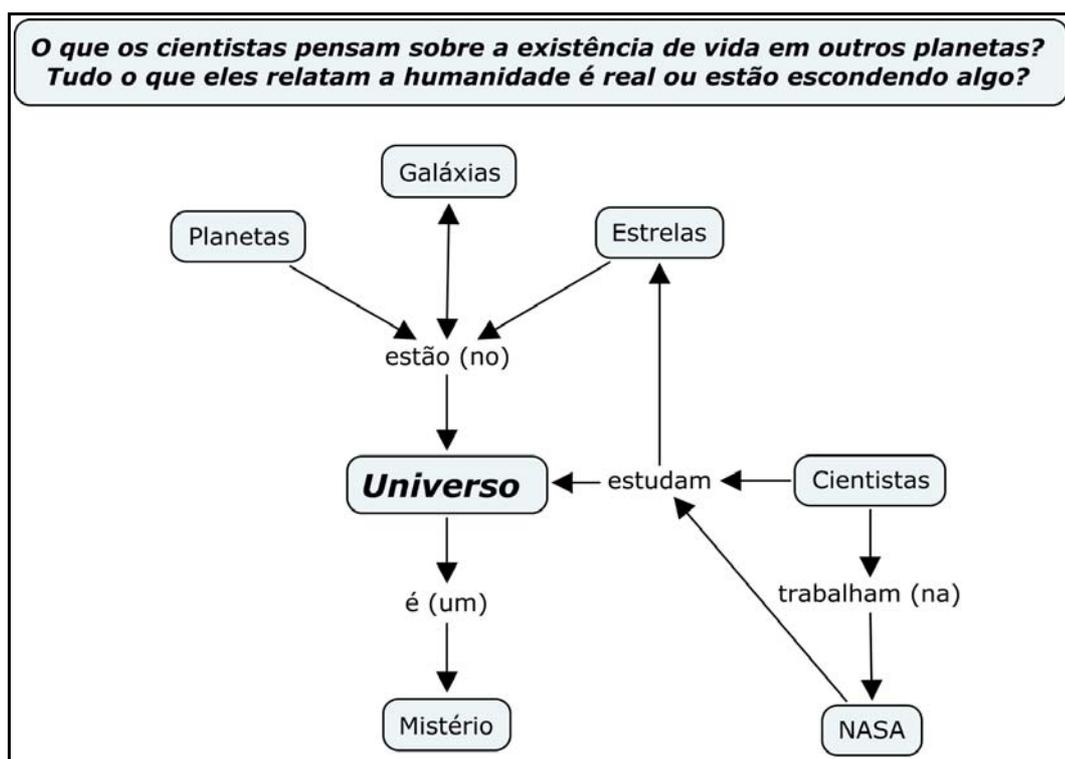


Figura Ap-C.1 – Primeira versão do Mapa Conceitual

⁸ Um Mapa Conceitual pode ser construído em vários meios, tais como papel e computador. No computador também existem várias opções, a minha opção é pela utilização do software livre Cmap Tools <<http://cmap.ihmc.us/download>>, no entanto muitos computadores das escolas não suportam o trabalho com ele, nesse caso opto pelo papel – como na Figura Ap-B.2 ou adaptações de organogramas em editores de texto.

Outra possibilidade de construção do Mapa Conceitual está na Figura Ap-C.2.

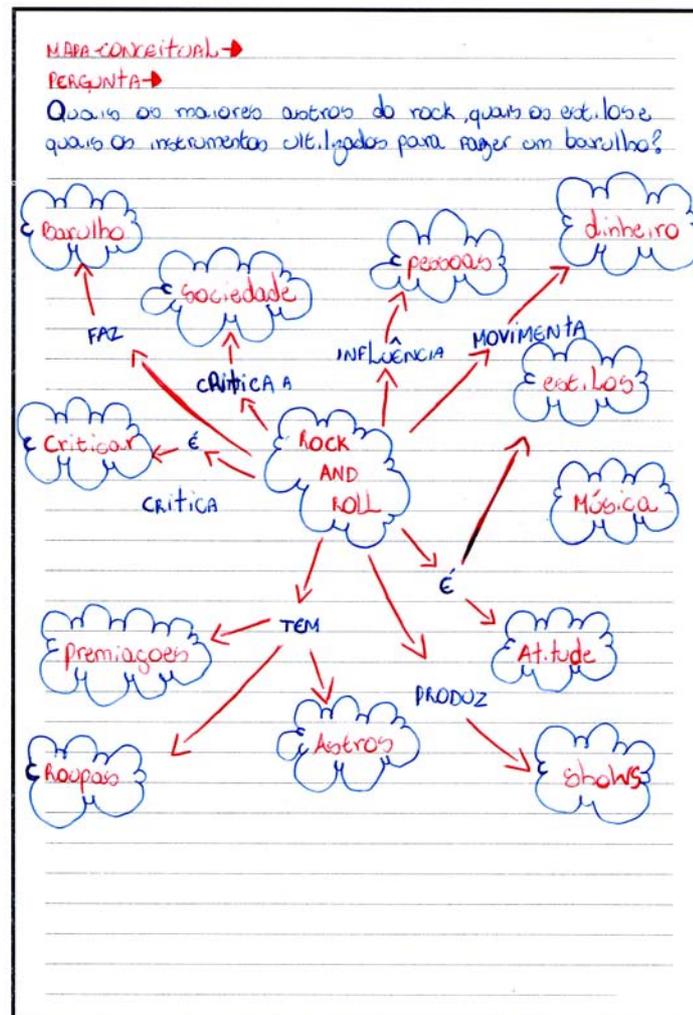


Figura Ap-C.2 – Mapa Conceitual construído em papel

O índice que solicito é uma prévia do sumário que será feito para o trabalho final do Projeto de Aprendizagem. Uma primeira versão de índice é a Figura Ap-C.3.

<i>Índice</i>
<i>1) Pergunta inicial</i>
<i>2) Universo</i>
<i>3) Galáxias</i>
<i>4) planetas</i>
<i>5) Relação das disciplinas com o assunto estudado</i>

Figura Ap-C.3 – Primeira versão do Índice

A partir disso, iniciam-se as pesquisas.

Como tarefa de casa, fica a busca de materiais de pesquisa, os quais devem ser relacionados às perguntas dos alunos.

Investigação propriamente dita

A investigação propriamente dita é o item que possui mais meandros e, portanto, possibilita uma infinidade de formulações, reformulações ou adaptações, todas pertinentes a uma relação construtivista na interação professor-aluno-conhecimento.

Em suma, ele trata da busca de informações, das análises das mesmas e das produções dos alunos. Pesquisas bibliográfica, de campo e de opinião são métodos frequentemente utilizados para a coleta de informações, as quais sempre devem ser acompanhadas de registros, análises e reflexões por parte dos alunos. As produções também assumem diferentes perspectivas, tais como: produção de textos; criação de websites ou livros; elaboração de Mapas Conceituais; gravação de filmes; confecção de painéis, maquetes, apresentações de slides; entre outros.

As orientações e debates entre pesquisadores e orientador são constantes, ocorrendo sistematicamente durante as aulas e esporadicamente em encontros eventuais ou mesmo agendados entre um grupo de pesquisadores e o orientador.

Também durante as investigações são realizadas as Rodadas de Projetos, nas quais cada um dos grupos de pesquisa apresenta aos colegas e ao orientador as suas descobertas, conclusões, opiniões e dúvidas atuais; os materiais construídos – textos, websites, livros, Mapas Conceituais, filmes, painéis, maquetes, apresentações de slide etc. –; e as perspectivas de trabalho (planejamento das próximas atividades).

As Rodadas de Projetos constituem um importante momento de orientação e de tomada de consciência⁹ por parte dos alunos. Além disso é muito interessante, porque todos os colegas têm a oportunidade de debater, sugerir e levantar novas questões para a investigação. Com isso, “percebe-se que o aluno pode assumir também o papel de orientador do projeto do colega, tendo a oportunidade de analisar a investigação, fazendo com que tome consciência de importantes aspectos da sua investigação que ainda não lhe estavam claros” (MATTOS; FERRARI JÚNIOR; MATTOS, 2005, p. 5).

Atividades sugeridas para a realização das investigações

2ª, 3ª e 4ª semanas – Nessas semanas os alunos devem buscar informações em diversos materiais de pesquisa, tais como livros, reportagens e buscas na internet, e fazer registros sobre as suas descobertas – anotando as fontes de pesquisa.

9 A tomada de consciência foi discutida no capítulo 3, seção 3.2, desta dissertação, no entanto tento resumi-la como uma reconstituição conceitual do que se tem feito na ação, ela é a interpretação e a explicação da ação. Macedo (2002, p.162) explica que “a tomada de consciência das condutas depende de um processo de conceituação em que o sujeito, desligando-se dos objetivos e resultados da ação – que são aspectos conscientes – passa a se interessar por sua razão – que são aspectos inconscientes”. A tomada de consciência está, portanto, no momento em que o sujeito preocupa-se em compreender e explicar as suas ações, em especial na busca das razões do êxito das suas ações. A tomada de consciência é a transformação de um fazer em um compreender.

É muito importante que o professor esteja atento e converse com os alunos (cobre-os intensamente se for preciso) sobre os materiais encontrados. Muitas vezes, é necessário orientá-los na busca de informações, lembremos, para vários alunos essa será a primeira busca autônoma de informações em livros e na internet (ainda que esta seja muito conhecida deles).

Os registros também devem ser exigidos, com eles os alunos iniciam a construção do seu Portfólio¹⁰ e, se possível, do seu Webfólio¹¹.

No Webfólio é importante que os alunos criem páginas pessoais – identificando-se, expondo as suas curiosidades (dúvidas), entre outros – e iniciem as produções relativas às pesquisas realizadas. A página inicial do Projeto de Aprendizagem chama-se index.htm, as demais seguem os nomes desejados pelos alunos – sem acentos e espaços e preferencialmente com apenas letras minúsculas. Um tutorial sobre a construção de páginas para a internet, desenvolvido pela equipe do LEC/UFRGS, está no sítio <http://mathematikos.psic.ufrgs.br/ajuda/tutor/help1.htm>.

Um cuidado importante na construção das páginas para web diz respeito as cores do fundo e das letras. Um exemplo que não obteve sucesso pleno nessas escolhas, mas que traz elementos essenciais (destaquei alguns) é a Figura Ap-C.4.

10 O Portfólio, em resumo, é uma pasta na qual os alunos mantêm organizadas todas as suas produções e pesquisas realizadas durante o desenvolvimento do seu Projeto de Aprendizagem.

11 O Webfólio terá a mesma função do portfólio, no entanto será relativo a todas as produções digitais realizadas. Sugiro a criação de um website para cada Projeto de Aprendizagem, nele os alunos explicam hipertextualmente as suas aprendizagens, descobertas e conclusões. Para edição das páginas pelos alunos (por enquanto inexperientes, imagino) sugiro os softwares livres Netscape Composer <<http://browser.netscape.com/releases>> e Mozilla Composer <<http://www.baixaki.com.br/download/mozilla.htm>>, no entanto a edição online também é recomendada <<http://pbworks.com>>.



Figura Ap-C.4 – Página Inicial de um Projeto de aprendizagem

Ao final dessa etapa de pesquisas é interessante solicitar aos alunos a produção de uma síntese das suas descobertas. Essa síntese deve ser composta pelos seguintes itens: (i) conceitos que aprendi, (ii) relações que estabeleci e (iii) o que preciso pesquisar e fazer para a próxima aula. Um exemplo de síntese são as Figuras Ap-C.5, Ap-C.6 e Ap-C.7

Síntese 1

•Os conceitos que aprendi

Nesta aula estudamos o universo em termos gerais, galáxias e planetas. Primeiramente vimos o universo.

Nós vivemos em um mundo nem muito grande, nem muito pequeno; ele é um dos oito planetas que gira em torno do sol, o sol é uma das bilhões de estrelas que compõem a nossa galáxia, a via - láctea, e a via - láctea é uma das bilhões de galáxias que compõem o nosso universo. E é nessa imensidão em que vivemos, e é porque este universo é tão grande que não pode ser descrito em apenas poucas palavras, mas para conhecermos pelo menos parte de o que ele é, temos de primeiramente conhecermos a sua origem.

Galáxias: as galáxias são um grande aglomerados de estrelas, entre outros objetos astronômicos(como: planetas, asteróides, cometas, buracos negros, etc.). As galáxias podem ser classificadas por classes através de suas características, que então podem ser denominadas: Galáxias espirais, galáxias elípticas, galáxias irregulares e galáxias em barra.

Galáxias espirais: são galáxias que possuem um centro em comum e várias brassos espiralados ao seu redor. Exemplo: a via - láctea.

Galáxias elípticas: são galáxias que tem a forma de um círculo, elas apresentam pouco gás, pouca poeira e poucas estrelas jovens.

Galáxias irregulares: são galáxias pequenas, cujos cientistas acreditam que sejam mini galáxias espirais, ou que sejam galáxias que foram deformadas por suas vizinhas.

Galáxias em barra: são galáxias cujo núcleo se assemelha a uma barra, ou a uma cilindro. Exemplo: a nossa vizinha Ândromeda.

Planetas: até hoje foram descobertos oito planetas, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Anteriormente Plutão era uma planeta, mas foi rebaixado para planetóide, pois os planetas são classificados em categorias, como Júpiter e Saturno, são planetas gasosos, e o Plutão não pertence nem à uma categoria, sem a outra, ele é um pouco de cada, e por isso não classificado como planeta.

Figura Ap-C.5 – Síntese 1: conceitos que aprendi

• *Relações que estabeleci*

Matemática

Massa: que é a quantidade de matéria que um determinado corpo possui, que está relacionado ao projeto por causa da massa que os planetas possuem, mesmo que de alguns sejam maiores que de outros, ou seja, a massa de um planeta gasoso é diferente da de um planeta rochoso.

Gravidade: que é a força de atração entre dois corpos, e que quanto maior a massa, maior é a força gravitacional do objeto, ou seja, a sua força de atração. Exemplo: o sol com seus planetas girando ao seu redor, nós estando presos à terra, etc.

Velocidade de escape: que é uma força que varia de acordo com o local. Mas o que é realmente velocidade de escape?

Há uma velha frase que diz: "Tudo o que sobe tem de descer". Certo? Errado. Se o corpo lançado, for arremessado com uma força muito grande ele continuará subindo. Mas há uma condição para que digamos que este corpo possui velocidade de escape, ou seja, ele não pode ter propulsão própria, por exemplo, um foguete não possui velocidade de escape, pois ele mesmo se lança ao espaço.

Geografia

Estrelas: que está relacionado à geografia por causa de seu processo de formação, e também por causa das super novas, que liberam elementos químicos, cujos são utilizados na formação de objetos astronômicos e até mesmo o universo.

Figura Ap-C.6 – Síntese 1: relações que estabeleci

• *O que preciso pesquisar para fazer na próxima aula*

- 1) Origem do universo diferentes teorias*
- 2) Características gerais dos planetas*
- 3) Vida e vida extraterrestre*
- 4) Elaborar de melhor forma a relação das matérias*

Figura Ap-C.7 – Síntese 1: o que preciso pesquisar e fazer para a próxima aula

Além disso, ao longo dessas semanas, é importante iniciar cada encontro conversando com os grupos sobre o que fizeram durante a semana (entre o encontro anterior e o atual), quais foram os materiais de pesquisa trazidos e como eles contribuem para responder as questões lançadas. Essa prática reforça o compromisso diários dos alunos em buscar materiais e produzir para as suas pesquisas.

Por vezes é recomendável, também, que o professor recomende leituras ou traga informações aos grupos e, depois, analise-as junto com os alunos. Essa prática os auxilia a aprender a analisar dados e informações colhidas. A busca de informações também é fundamental e, como sabemos, deve ser orientada.

Em todos os encontros é necessário, também, que os grupos discutam e se preocupem em ampliar e qualificar as relações entre as aprendizagens do Projeto de Aprendizagem e as construções conceituais específicas das variadas áreas de conhecimento. Esses são momentos nos quais a orientação deve ser frequente e, por vezes, mesclada com a atuação de especialista¹² (no meu caso em matemática).

Essa mescla – orientador e especialista – é muito delicada. O professor orientador deve evitar ser uma fonte de informações durante as pesquisas, ele tem a função de indicar caminhos e orientar os alunos em como fazer uma pesquisa, não *ensinar e responder* as perguntas. O professor orientador deve buscar o auxílio do professor especialista quando os alunos se deparam com uma dúvida que, após prévia investigação, pode ser debatida com um especialista no assunto. Quando o orientador e o especialista são a mesma pessoa todo cuidado é pouco. As vezes o especialista pode se empolgar ou ter uma recaída, voltando à *ensinagem*.

5ª semana – Primeira Rodada de Projetos.

Na primeira Rodada de Projetos costumo optar por distribuir os alunos em círculo, com os componentes de cada grupo sentados próximos, e realizar as apresentações como uma conversa informal. Pretendo, com isso, diminuir a tensão dos apresentadores e possibilitar uma maior participação de todos nas sugestões, questionamentos e demais contribuições possíveis.

12 Refiro-me ao papel de professor especialista na sua área de conhecimento.

Além das contribuições dos colegas, a cada grupo o professor deve fazer algumas orientações, as quais focam dois aspectos: (i) indicar rumos para a aprendizagem de conceitos que contribuam na resolução das Perguntas Iniciais e (ii) apontar conceitos necessários às investigações, em especial aqueles em que o professor vislumbre a possibilidade latente de relacionar com as áreas de conhecimento. Um exemplo destes, é o conceito de densidade, o qual proporcionou diversas aprendizagens de matemática, como expus no capítulo 5, seção 5.1, desta dissertação.

Após a Rodada de Projetos, os grupos devem se reunir para definir o que farão até o próximo encontro e como darão conta das orientações e recomendações recebidas.

6^a, 7^a e 8^a semanas – Nessas semanas os alunos voltam às pesquisas, com ênfase especial nos rumos definidos na primeira Rodada de Projetos.

Inicialmente é interessante solicitar uma segunda versão do Mapa Conceitual e do índice. As suas evoluções possíveis estão nas Figuras Ap-C.8 e Ap-C.9.

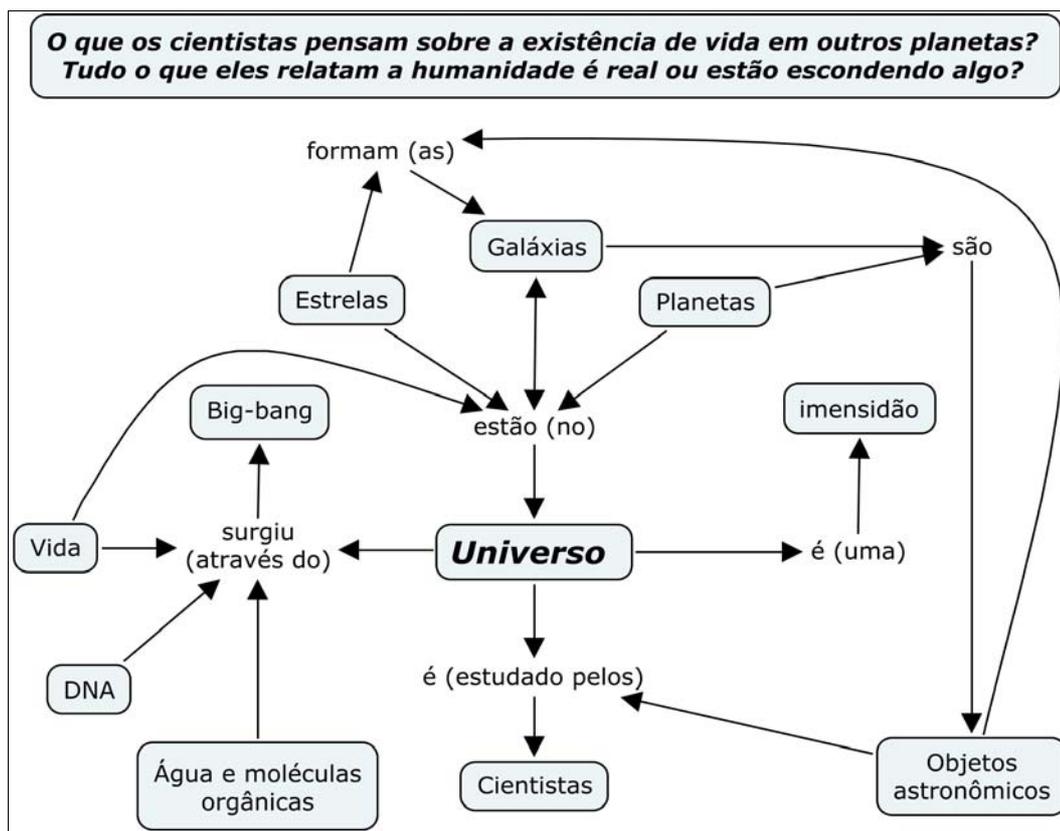


Figura Ap-C.8 – Segunda versão do Mapa Conceitual

Índice

- 1) *introdução*
- 2) *Pergunta inicial*
- 3) *O universo e sua origem*
- 4) *Galáxias*
- 5) *O nosso sistema – solar (os planetas)*
- 6) *Vida e vida extraterrestre*
- 7) *Resposta À pergunta inicial*

Figura Ap-C.9 – Segunda versão do índice

Por outro lado, esse é o momento central do trabalho (em relação à sua duração), nesse sentido, é o momento de realizar saídas de campo, experimentos, pesquisas de opinião e outras possibilidades que existam. Indico esse momento, porque os alunos já possuem conhecimentos (já aprenderam algo) sobre o assunto investigado e ainda terão tempo para analisar os dados colhidos. Desta forma, eles já adquiriram conhecimento que possibilitam a

eles aproveitar outros métodos de pesquisa, os quais podem ser incorporados às suas investigações.

Cabe ao professor e aos alunos levantar essas propostas e buscar efetivá-las.

Além disso, é interessante buscar (professor) apoio com os demais professores especialistas da escola. Provavelmente eles serão de grande valia para esclarecer dúvidas e aprofundar aprendizagens de muitos alunos.

Concluindo-se esta etapa de investigações é sugerido solicitar aos alunos a produção de uma nova síntese das suas aprendizagens, nela deverão constar, também, as saídas de campo, pesquisas de opinião, encontro com especialistas e demais atividades realizadas, comentando-se a relevância das mesmas para o seu Projeto de Aprendizagem.

Um exemplo dessa segunda síntese são as Figuras Ap-C.10, Ap-C.11, Ap-C.12 e Ap-C.13.

<p>Síntese 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceitos que aprendi <p>Nesta aula aprendi a origem do universo, as características gerais dos planetas, o que é vida extraterrestre, e a base para a criação da vida.</p> <p>A origem do universo: é várias teorias da origem do universo, a teoria do ovo cósmico, a origem agnóstica de que o universo inteiro se originou do Nilo, a teoria religiosa de que Deus criou todas as coisas, e a teoria científica o Big bang.</p> <p>Big-bang: esta teoria diz que o universo inteiro era comprimido em um único espaço, então como era muita massa em um pequeno espaço acabou explodindo e formando o universo que conhecemos hoje, ou seja, era muita massa em um pequeno espaço. Para termos uma pequena noção dista, a densidade de um centímetro cúbico, ou seja, de um dado no universo era de 1 trilhão, de trilhões, de trilhões de trilhões (1 seguido de 72 zeros) então como era muita massa em um pequeno espaço, acabou explodindo e formando o universo que conhecemos hoje (mesmo que tenha demorado bilhões de anos para assumir a forma que conhecemos hoje).</p> <p>Características dos planetas:</p>	<p>mesmo. Os anéis de saturno são feitos de água, moléculas orgânicas, rochas e gelo. Seus dias são de 10h e 39min, levando 29,5 anos para dar uma volta em torno do sol.</p> <p>Urano</p> <p>Distância do sol: 2,873 bilhões de Km.</p> <p>Temperatura: -195°C</p> <p>Urano tem a superfície mais uniforme de todas as planetas por sua característica cor azul esverdeada, produzida pela combinação de gases em sua atmosfera. Ele possui anéis que não podem ser vistos a "olho nu". Também possui 27 satélites naturais ao seu redor e um fio azul de poeira.</p> <p>Netuno</p> <p>Distância do sol: 30,6 bilhões de Km.</p> <p>Temperatura: -218°C</p> <p>Se Netuno fosse seco, cobririam 60 Terras dentro dele. Sua translação dura 165 anos terrestres e um dia dura 16h 5min 42seg. Netuno possui 8 luas. Os primeiros 2/3 de Netuno são compostos por uma mistura de rocha fundida, água, amônia líquida e Metano.</p> <p>Vida e vida extraterrestre: É a dominância dada à seres fora de nossa planeta. Muitas pessoas relatam já terem visto ET's como a lendária história do ET de varginha. Mas até hoje não foi comprovado a existência de vida inteligente em outros locais do universo. Mas não seria muito presensível acharmos que estamos sozinhos no universo?</p> <p>Mas como é a vida? Como começou? Qual a verdadeira forma de vida alienígena? O que se precisa ter para existir vida? Essas são perguntas de extrema importância para os cientistas que os estudam. Na verdade o único caso que se tem certeza sobre este assunto é de que se existe vida extraterrestre, com certeza é bem diferente da nossa. Mas como procurar outras formas de vida se o único que conhecemos é a nossa? E esta é uma questão que vem dificultando o trabalho de pesquisadores, e é por isso que os cientistas procuram características parecidas com as nossas no restante do universo, como a água.</p> <p>Mas para encontramos vida temos de saber do que precisamos para que ela exista. Então descobrimos que para se existir vida podemos ter três coisas: DNA, água e moléculas orgânicas.</p>
<p>esta muito próximo do sol no princípio, ou seja, na fase de expansão do sol, e então existe uma linha de vitalidade no universo, a terra está no centro e Vênus no limite então quando o sol se expandiu, Vênus aqueceu e a terra perdeu seu gêmeo.</p> <p>Terra</p> <p>Distância do sol: 150 milhões de Km (uma unidade astronômica)</p> <p>Temperatura: a temperatura varia de acordo com a latitude.</p> <p>A estrutura interna da terra pode ser dividida em três camadas: a crosta terrestre (onde estão as montes e os continentes), O manto e o núcleo. Nesta última porção a temperatura chega a 5.000°C, na parte mais profunda.</p> <p>Monte</p> <p>Distância do sol: 1,4 milhões de Km.</p> <p>Temperatura: em média de -63°C.</p> <p>É menor do que a Terra. Ele é considerado o planeta com mais chances de habitar vida, isto por causa de sua atmosfera. Lá está situada a maior montanha do sistema solar, conhecida como monte Olympus. Muitos cientistas estudam a possibilidade de um dia podermos habitá-lo.</p>	<p>esta muito próximo do sol no princípio, ou seja, na fase de expansão do sol, e então existe uma linha de vitalidade no universo, a terra está no centro e Vênus no limite então quando o sol se expandiu, Vênus aqueceu e a terra perdeu seu gêmeo.</p> <p>Terra</p> <p>Distância do sol: 150 milhões de Km (uma unidade astronômica)</p> <p>Temperatura: a temperatura varia de acordo com a latitude.</p> <p>A estrutura interna da terra pode ser dividida em três camadas: a crosta terrestre (onde estão as montes e os continentes), O manto e o núcleo. Nesta última porção a temperatura chega a 5.000°C, na parte mais profunda.</p> <p>Monte</p> <p>Distância do sol: 1,4 milhões de Km.</p> <p>Temperatura: em média de -63°C.</p> <p>É menor do que a Terra. Ele é considerado o planeta com mais chances de habitar vida, isto por causa de sua atmosfera. Lá está situada a maior montanha do sistema solar, conhecida como monte Olympus. Muitos cientistas estudam a possibilidade de um dia podermos habitá-lo.</p>
<p>Características dos planetas:</p> <p>Mercúrio</p> <p>Distância do sol: 57,9 milhões de km</p> <p>Temperatura: varia entre -480°C no equador e -170°C à noite.</p> <p>É o menor planeta do sistema solar, e o mais próximo do sol. Devido a essa proximidade, Mercúrio recebe quase 5 vezes mais luz, calor e outras formas de radiação do que a terra. Mercúrio possui este nome que foi dado pelos povos antigos que viviam em o sol pois pensavam que ele fosse um. Então mesmo sendo o planeta mais próximo do sol não é o mais quente, pois Vênus possui efeito estufa o que o torna mais quente.</p> <p>Sua superfície é semelhante a da lua, rochosa e com muitas crateras.</p> <p>Vênus</p> <p>Distância do sol: 108,2 milhões de km.</p> <p>Temperatura: varia entre 430°C e 475°C</p> <p>Depois do sol a lua é o corpo celeste mais brilhante do céu. Lá o ar é irrespirável, 95% de sua atmosfera é constituída de gás carbônico. Também já foi chamado de planeta gêmeo da terra, pois há uma teoria de que já teve vida em Vênus, mas ele</p>	<p>Júpiter</p> <p>Distância do sol: 778,3 milhões de Km.</p> <p>Temperatura: -121°C</p> <p>O maior de todos os planetas, Júpiter é um gigante gasoso- a atmosfera tem cerca de 1.000km de altura e é composta principalmente de hidrogênio e hélio. Sua superfície é varrida por ciclones a todo o momento com ventos de até 300km/h. Júpiter também funciona como um escudo da terra, pois muitos cometas ou asteroides que vão em direção à terra são atraídos pela força gravitacional de Júpiter.</p> <p>Saturno</p> <p>Distância do sol: 1,4 bilhões de Km.</p> <p>Temperatura: -180°C</p> <p>É o sexto planeta a partir do sol e o segundo maior do sistema solar. Saturno é visivelmente o planeta achatado nos polos devido a sua rotação rápida em torno de si</p>

Figura.Ap.C.10 — Síntese 2: conceitos que aprendi

•Saída de campo:

Durante o projeto de aprendizagem, fizemos uma saída de campo ao museu de astronomia da UFRGS, já que é o ano internacional da astronomia. Lá primeiramente observamos a história da astronomia, a qual se iniciou por Galileu Galilei, que foi o primeiro homem a apontar o telescópio para o céu, assim descobrindo júpiter e três de seus satélites. Após nos mostraram os planetas do sistema solar (o que foi muito útil para meu trabalho no momento explicação dos mesmos). Também nos mostraram tipos variados de estrelas, e as fases do sol. Então nos ensinaram como o espaço pode ter deformações em seu espaço – tempo, a quarta dimensão além das três que conhecemos altura, comprimento e largura. Nos mostraram isto através de uma demonstração em que um tecido preto representava o espaço, e bolinhas de ferro representando a matéria no universo, então podíamos ver que quanto mais massa possuísse um corpo maior seria a deformação causada, e que então essa deformação era perceptível porque quando a luz passa por aquele objeto ela se curva, assim mostrando a deformação causada.

Esta saída de campo foi muito útil para meu projeto, pois não só ajudou no projeto que estou estudando como também me deu ideias para o próximo. Especificamente a saída de campo me ajudou na área do desenvolvimento dos telescópios e como funcionam, nas características e curiosidades sobre os planetas.

•Pesquisa de opinião:

Nas últimas aulas do projeto formulei uma pesquisa de opinião, a qual se baseia na crença popular de ET's e OVNI's, então nesta pesquisa concluí que a maioria, ou seja, 47% não acreditam que no universo tão imenso em que vivemos não tenha outro tipo de vida além da nossa. 22% não possui uma opinião definida, 21% acreditam que somos a única vida inteligente e 10% acredita que nunca descobriremos, pois há uma teoria de que quando poderemos fazer viagens interestelares, ou seja, viajarmos na velocidade da luz, já teremos nos autodestruido com guerras.

Figura Ap-C.11 – Síntese 2: saída de campo e pesquisa de opinião

<p>•Relações que estabeleci</p> <p><i>Matemática:</i></p> <p><i>Velocidade da luz:</i> é de 300.000km/por segundo, o u seja, esta é a distância que a luz percorre em um segundo (A velocidade se encaixa na disciplina de matemática, porque a velocidade é uma medida de distância (km) dividida por uma medida de tempo (segundos), por isto que sua unidade de medida é km/seg).</p> <p><i>Densidade:</i> é a massa dividida pelo volume. Exemplo: se colocarmos uma bola de ferro oca na água, irá flutuar, pois apesar de ser de ferro, ela possui ar dentro, sendo assim é menos denso do que a água porém se colocarmos uma macissa, irá afundar. (Densidade é relacionada à matemática porque é uma razão: massa dividida pelo volume).</p> <p><i>Volume:</i> é o espaço que um determinado corpo ocupa.</p> <p><i>Física:</i></p> <p><i>Relatividade Geral:</i> que é a explicação para as curvaturas no universo, e que quanto maior a massa deste corpo maior é a deformação do espaço tempo que ele causa. A fórmula para esta teoria é $E=MC^2$ onde E é Energia, que é igual a Massa que multiplica a velocidade da luz, que é de 300.000km/seg.</p> <p><i>Relatividade restrita:</i> é a teoria que explica a gravidade, ou seja, a atração entre dois corpos. Ex: o sol atraindo os planetas em torno de si, a terra atraindo o seu satélite, a lua.</p> <p><i>Física quântica:</i> que é a teoria da física da qual se obtem sucesso no estado dos sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou a baixo da escala atômica.</p> <p><i>Movimento:</i> é relacionado à física pro causa da inércia, que é uma propriedade pela qual é modificada sob a ação de forças. A sua medida é a massa.</p> <p><i>Ciências físicas e biológicas:</i></p> <p><i>Universo:</i> assim como a matemática, ciências envolve boa parte do universo, desde sua criação (que cientistas acreditam que surgiu do big-bang) até a origem (que durante o projeto descobrimos que para se obter vida é necessário dois elementos principais que são água e moléculas orgânicas, ou até mesmo DNA) de toda a vida que nele habita.</p> <p><i>Vida:</i> é com certeza a melhor definição de qual a forma que se pode entender a vida, pois ela pode explicar (ou pelo menos tenta explicar) desde a formação até como irá se destruir, além de caracterizar grades acontecimentos astronômicos.</p>	<p><i>Estrelas:</i> sua formação (as estrelas nascem das nebulosas; e morrem quando se u brilho acaba, as vezes podemos estar observando estrelas que já morreram há bilhões de anos, pois mesmo mortas ela possuem uma reserva de gás hélio que provoca em seu núcleo uma reação nuclear, que a faz brilhar por muito mais tempo; algumas estrelas gigantes quando morrem, ou seja, explodem acabam causando um grande fenômeno da natureza, pois sua poeira é deixada no ar deixando assim uma grande beleza).</p> <p><i>Moléculas orgânicas:</i> pois de acordo com teorias moléculas orgânicas com a junção da água, formam os elementos base para a formação de vida em outros planetas (mesmo que microscópica, que segundo teorias, foram as que um dia habitaram o nosso planeta).</p> <p><i>Átomo:</i> ele constitui tudo o que conhecemos, inclusive à nós mesmos. Ele é ainda a menos articulo que constitui um elemento químico. Em seu núcleo há duas cargas a positiva e a negativa (os prótons) e ao seu redor há uma camada de elétrons que em um atrito podemos acrescentá-las ou perde-las.</p> <p><i>Próton:</i> é uma partícula subatômica que faz parte dos núcleos dos elementos, a sua forma elétrica é constituída por cargas positivas.</p> <p><i>Nêutron:</i> é uma unidade subatômica que é instável e que tem uma vida média de 15 minutos, dentro do átomo ele tem a função de liberar pequenos elétrons, e seu núcleo é semelhante ao do próton. Para sabermos quantos nêutrons possui um átomo basta se fazer uma subtração entre a massa e o número atômico.</p> <p><i>Geografia:</i></p> <p><i>Espaço:</i> onde está situado tudo o que existe no universo (isto está relacionado por causa da localização de corpos celestes, pois é preciso se fazer todo um mapeamento a respeito).</p>
---	---

Figura Ap-C.12 – Síntese 2: relações que estabeleci

- O que preciso fazer para a próxima aula**
- 1) *Pesquisar: buracos negros*
 - 2) *Pesquisar: planetas extra solares*
 - 3) *Pesquisar: estrelas*
 - 4) *Relacionar o assunto estudado com artes*

Figura Ap-C.13 – Síntese 2: o que preciso pesquisar e fazer para a próxima aula

9ª semana – Segunda Rodada de Projetos.

Nesta segunda Rodada de Projetos é interessante que os grupos comecem a ensaiar as apresentações formais, assim como serão no término do trabalho, no Fórum de Projetos. Nelas os alunos devem apresentar todos os seus materiais produzidos (e indicar o

planejamento das outras produções pertinentes) e explicar de modo organizado e completo as suas aprendizagens. É fundamental, também, que sejam indicadas e explicadas com detalhes as aprendizagens relacionadas às áreas de conhecimento da escola. Nesse ponto, destaco em especial duas formas de apresentação: (i) indicar as relações com as áreas de conhecimento no final da apresentação e, então, detalhá-lhas e (ii) enfatizar as relações ao longo da apresentação, indicando durante as explicações as relações estabelecidas entre as aprendizagens do Projeto de Aprendizagem e das áreas de conhecimento.

Tratando-se de um ensaio formal, é preferível que as perguntas, sugestões e comentários – do orientador e dos colegas – ocorram ao término de cada apresentação, no entanto, algumas observações do orientador, se necessárias, podem ser feitas em meio às apresentações.

Cabe ao orientador, especialmente, indicar correções em relação a forma das apresentações e sugerir diferentes técnicas como painéis, vídeos, maquetes, slide, websites, teatros, radionovela, desfiles, entre outros; e apontar os conceitos a serem revistos ou aprofundados, as lacunas que deverão ser preenchidas e demais recomendações pertinentes ao fechamento das investigações.

Concluída a Rodada de Projetos, os grupos devem conversar sobre o que realizarão até o próximo encontro – se preciso combinam reuniões¹³ – e planejar a conclusão das pesquisas, dos websites e demais produções.

10ª e 11ª semanas – Essas semanas são dedicadas exclusivamente ao aprofundamento ou correções pontuais dos trabalhos e à conclusão das produções dos grupos de pesquisa.

Solicita-se, entre outros, o índice final do trabalho (o qual constituirá o sumário do trabalho escrito a ser entregue), o Mapa Conceitual final e a conclusão do website. No

13 Essa é uma prática recomendada ao longo de todo o trabalho.

exemplo exposto na Figura Ap-C.14 a versão final do Mapa Conceitual constituiu, também, a página inicial do website produzido. As Figuras Ap-C.15 e Ap-C.16 trazem exemplos de índices finais que compuseram o sumário dos respectivos trabalhos escritos.

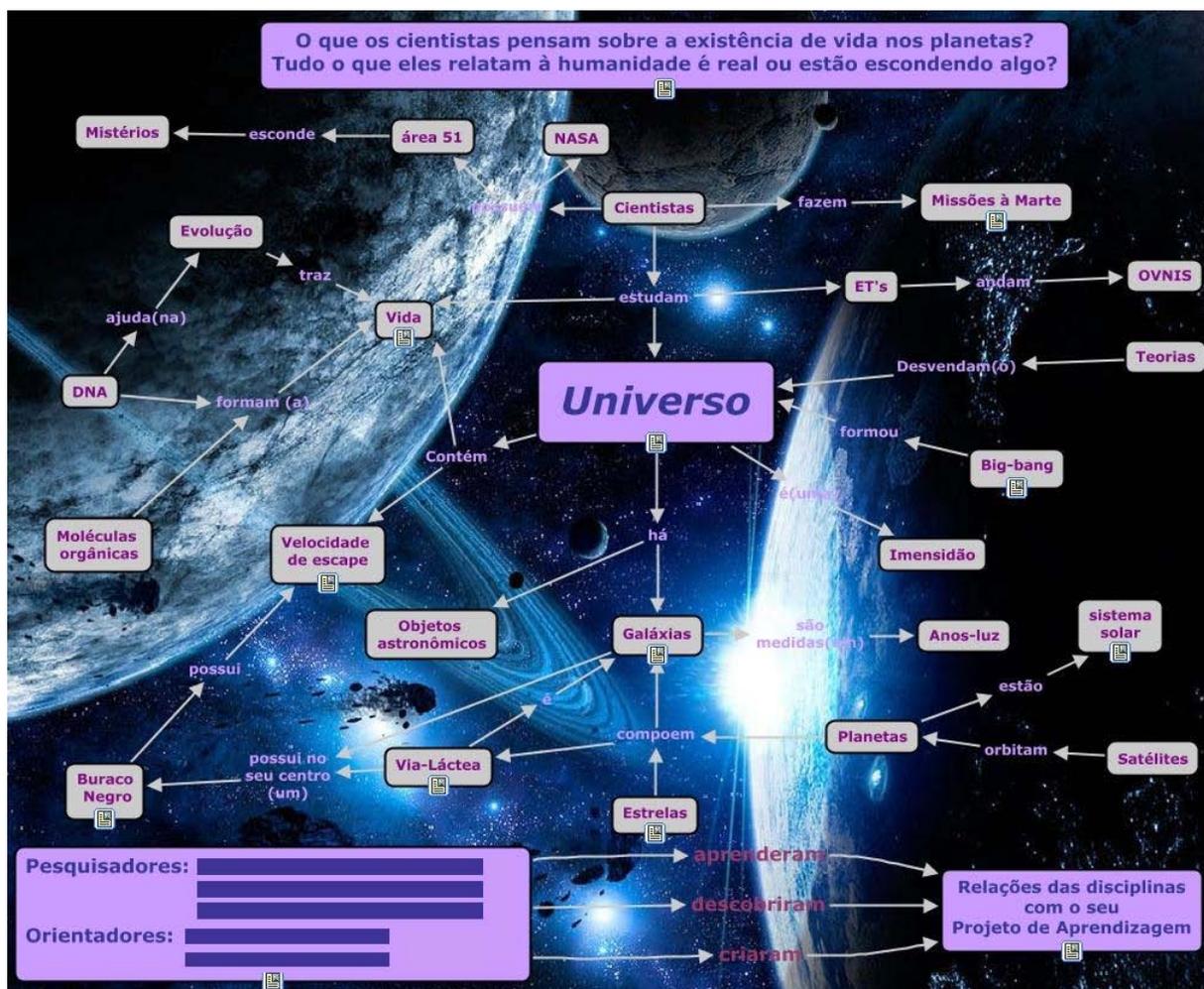


Figura Ap-C.14 – Versão final do Mapa Conceitual e página inicial do website

• Sumário:		Sumário:	
Introdução.....	Pág.02	Universo: Geografia, Filosofia, Matemática, História, Religião e Ciências..	pág.03
Pergunta inicial.....	Pág.03	Planetas: Geografia e Matemática;.....	pág.04
O universo e sua origem.....	Pág.04	Vida: Ciências;.....	pág.04
As galáxias.....	Pág.05	*Área 51;	
Os planetas.....	Pág.06	Galáxias: Geografia e Matemática.....	pág.04
Extraterrrestres e vida.....	Pág.09	Estrelas: Geografia e ciências;.....	pág.05
Área 51.....	Pág.10	Objetos astronômicos: Geografia e Ciências;.....	pág.05
Auto avaliação.....	Pág.11	Sistema solar: Geografia e Matemática;.....	pág.05
Conclusão.....	Pág.12	* Cientistas: Ciências;.....	pág.05
		○ Mistério: Todas;.....	pág.06
		Big-bang: Religião e Ciências;.....	pág.06
		Evolução: Ciências;.....	pág.06
		Anos Luz/Velocidade da luz: Matemática;.....	pág.06
		Moléculas orgânicas: Ciências;.....	pág.07
		Buraco negro: Ciências, Geografia e matemática;.....	pág.07
		Missões a Marte: Ciências, Geografia e Matemática;.....	pág.07
		Satélites: Ciências e Geografia.....	pág.07

Filosofia → MATEMÁTICA
 UNIVERSO
 PLANETAS
 GALAXIAS
 VELOCIDADE DA LUZ
 MISSÕES A MARTE
 BURACO NEGRO

GEOGRAFIA
 UNIVERSO
 PLANETAS
 GALAXIAS
 SISTEMA SOLAR
 ESTRELAS
 OBJETOS ASTRONÔMICOS
 BURACO NEGRO
 MISSÕES A MARTE
 SATÉLITES

HISTÓRIA
 UNIVERSO
 BIG-BANG
 CIÊNCIAS
 UNIVERSO
 ESTRELAS
 OBJETOS ASTRONÔMICOS
 BURACO NEGRO
 MISSÕES A MARTE
 SATÉLITES

Figura Ap-C.15 – Versão final do índice e relações com as áreas de conhecimento

INDICE →
* capa
* Índice
* Introdução
* Justificativa
* Hipóteses
* objetivos
* Mapa conceitual
* O que é rock and roll
* Qual seus idealizadores
* Como se espalhou pelo mundo
* Qual seus objetivos
* Quais os artistas
* As maiores bandas de rock
* O ranking das bandas
* Quais os instrumentos usados normalmente
* Os estilos
* Os principais integrantes dos estilos
* Quais as roupas de cada estilo
* Quais as premiações
* Os caras mais premiados
* Porque movimenta tanto dinheiro
* Conclusão
* Anexos

Figura Ap-C.16 – Versão final do índice

12ª semana – Esta semana é destinada ao ensaio para o Fórum de Projetos. Todos os recursos necessários às apresentações devem estar a disposição e os alunos devem permanecer atentos a todos os detalhes, visando a qualificação das suas apresentações.

Enquanto turma, todos os colegas podem sugerir melhorias em relação a forma e conteúdo das apresentações. O orientador tem esta possibilidade como dever.

Fórum de Projetos

Todo Projeto de Aprendizagem deve ter uma culminância: o Fórum de Projetos. Nele, são realizadas as apresentações formais, nas quais os alunos expõem todas as suas construções realizadas ao longo das investigações. Essas apresentações podem ser feitas das mais variadas formas e com diversos recursos – condizentes com as suas produções –, cabendo aos pesquisadores, em conjunto com seu orientador, planejar como serão desenvolvidas.

Além dos próprios apresentadores e colegas, o Fórum de Projetos pode contar com convidados, tais como: direção, supervisão, demais professores e colegas da escola; membros da Secretaria de Educação e professores convidados; e demais convidados externos à escola. Muitas vezes, é formada por representantes de todos os segmentos presentes uma banca avaliadora para as apresentações.

Após o Fórum de Projetos é possível – e muito interessante – propor uma Mostra de Projetos, na qual os alunos organizam estandes com os materiais produzidos ao desenvolverem os seus Projetos de Aprendizagem e os apresentam informalmente à comunidade escolar. As fotografias que compõem a Figura Ap-C.17 referem-se a apresentações em uma Mostra de Projetos realizada na E.M.E.F. Paul Harris em 2009.



Figura Ap-C.17 – Mostra de Projetos

Sugestões para a realização do Fórum de Projetos

13ª semana – Nesta semana ocorre o Fórum de Projetos e, se possível, a Mostra de Projetos (talvez na 14ª semana, se existir).

Para o Fórum de Projetos duas são as formas que sugiro, a primeira para o caso de apenas uma turma desenvolver Projetos de Aprendizagem e a segunda para o caso de mais turmas.

(i) Convidar uma turma de alunos (prefiro convidar alunos mais novos, por considerar que alguns alunos ficam inibidos com a presença de colegas mais velhos, o que não é recomendado em uma apresentação final) e formar uma banca com professores e equipe diretiva da escola¹⁴ para contribuir na avaliação dos Projetos de Aprendizagem.

(ii) Distribuir os grupos de alunos em diversas salas, de modo a possibilitar que em todos os ambientes de apresentações tenham representantes das diferentes turmas de pesquisa e formar bancas avaliadoras com professores e equipe diretiva da escola, membros da Secretaria de Educação, ex-alunos, entre outros.

Findo o Fórum de Projetos parte-se para a Mostra de Projetos e, a critério dos professores envolvidos, realiza-se a reapresentação dos destaques. Saliento, por fim, que a escolha dos destaques, caso considerada válida, pode focar variadas perspectivas, tais como: apresentações finais, materiais produzidos, trabalho escrito, superação de dificuldades encontradas, diversidade de técnicas utilizadas ao longo das investigações, criatividade.

Lembremos...

Concluo este material de apoio reforçando o convite ao leitor de aventurar-se com a construção de uma nova proposta de ensino-aprendizagem e de escola, uma proposta que valoriza a curiosidade e a pesquisa dos alunos, sem esquecer jamais as aprendizagens relacionadas as variadas áreas de conhecimento escolar, seus meandros e suas idiossincrasias.

Despeço-me desafiando o leitor a conquistar parceiros na sua escola e citando Piaget (BRINGUIER, 1978, p.53): “tudo o que se ensina à criança a impede de inventar e descobrir”.

O desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem é o caminho para que a educação transforme o aluno em um aprendiz que inventa, descobre e constrói sua aprendizagem.

¹⁴ Esses convites devem ser bem analisados, pelos seus possíveis efeitos. Na experiência que desenvolvi para esta dissertação, esse foi um momento de validação pela escola do trabalho proposto e conquista de defensores da reestruturação curricular que dele surgiu.

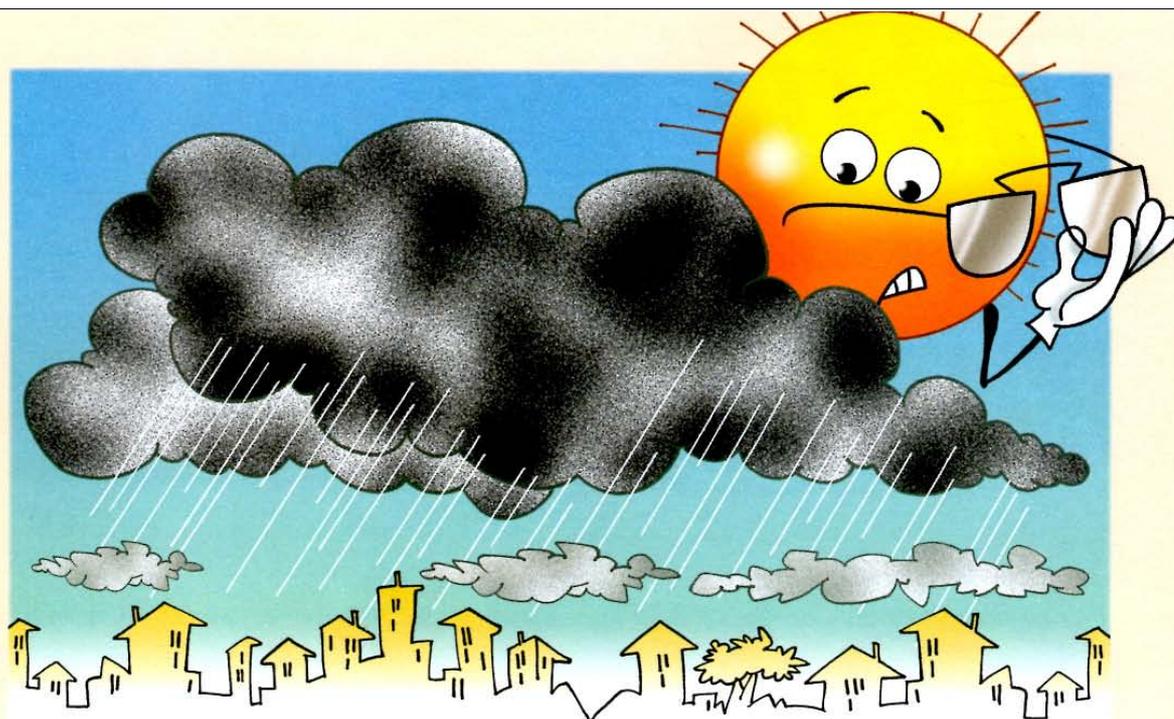
Referências

- BRINGUIER, Jean-Claude. **Conversando com Jean Piaget**. Tradução de Maria José Guedes. Rio de Janeiro: DIFEL, 1978.
- DUTRA, Í. M. ; FAGUNDES, L. C. ; CAÑAS, A. J. . **Un Enfoque Constructivista para el Uso de Mapas Conceptuales en Educación a Distancia de Profesores**. In: CMC 2004 - First International Conference on Concept Mapping, 2004, Pamplona, Navarra - Espanha. First International Conference on Concept Mapping/Primer Congreso Internacional Sobre Mapas Conceptuales, 2004.
- MACEDO, Lino de. **Ensaio construtivistas**. 5. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.
- MATTOS, Eduardo Britto Velho de; FERRARI JÚNIOR, José Carlos; MATTOS, Milena Vitelo Pereira de. Projetos de Aprendizagem e o Uso de TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação: novos possíveis na escola. **Revista Novas Tecnologia e Educação – Renote**. Porto Alegre, vol. 3, n. 2, nov, 2005. Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/a33_tics.pdf>. Acesso em 13 set. 2010.

ANEXOS

ANEXO A

Seleção de reportagens curiosas extraídas da revista
Ciência Hoje das Crianças



Por que as nuvens de chuva são escuras?

Há nuvens que são brancas como algodão. Ao avistá-las no céu, ninguém se preocupa em pegar o guarda-chuva. Já as nuvens que nos avisam que devemos sair prevenidos são escuras. Mas por que será que elas têm essa característica?

As nuvens de tempestade são escuras simplesmente porque a luz solar não consegue atravessá-las. Chamadas de cúmulo-nimbo, elas atingem até 15 quilômetros de altura, têm, formando a sua parte inferior, um círculo com dez a 20 quilômetros de diâmetro e ficam a mais ou menos mil metros do chão.

A luz solar, quando bate em nuvens desse tipo, acaba sendo refletida, em grande parte, de volta para o espaço. Quem promove essa reflexão da luz são as pedrinhas de gelo e as gotas de água que formam as nuvens cúmulo-nimbo. É verdade que uma parte da luz até passa para as camadas mais

internas dessas nuvens. Só que, como a nuvem é muito espessa, a luz vai se extinguindo, se extinguindo e... Fica escuro na base delas, ou seja, na sua parte inferior, que é o que avistamos da superfície da Terra.

As nuvens brancas são mais finas do que as nuvens de tempestade. Por isso é que elas não são escuras. Sabemos que a luz se espalha por todas as direções na medida em que penetra na nuvem, que também é formada por gotas d'água e por gelo. Só que, como as nuvens brancas não são tão espessas, menos luz é perdida no caminho, sobrando mais para emergir na base da nuvem. Por isso, as vemos clarinhas.

Maria Assunção da Silva Dias,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Você sabia que alguns lagartos usam sua cauda como um chicote?

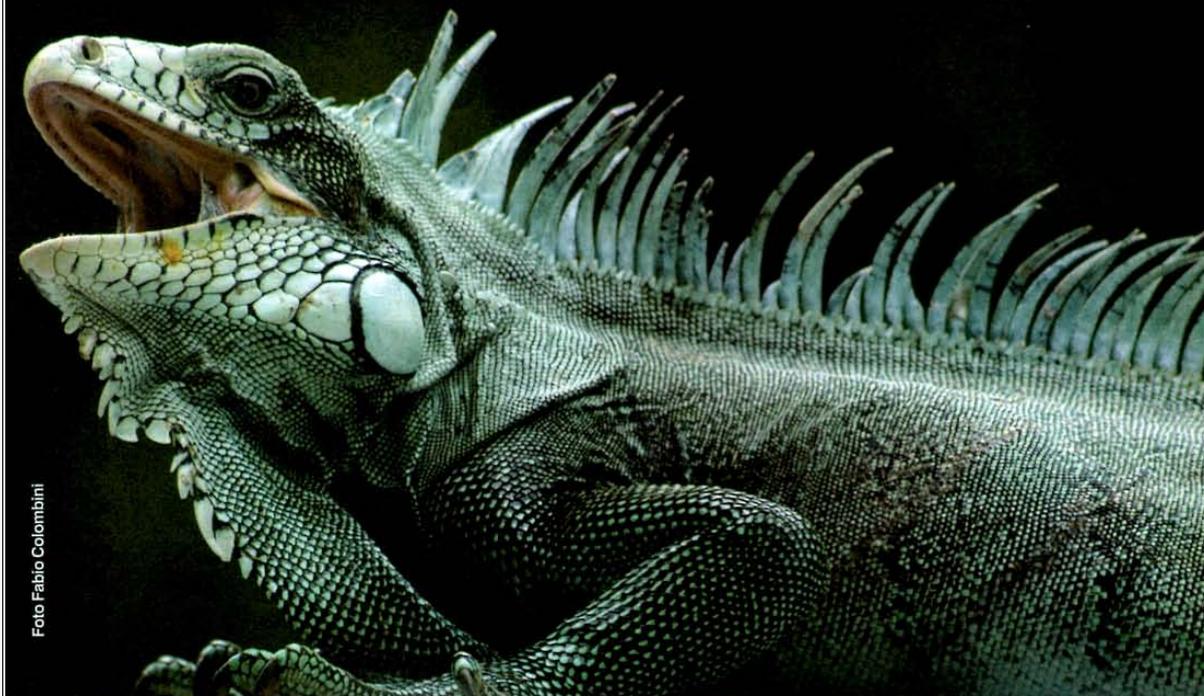


Foto Fabio Colombini

Grande, pequena, fina, larga, lisa, com ou sem espinhos. As caudas dos lagartos podem ter diferentes formatos e atingir (acredite!) mais de duas vezes o comprimento do corpo do animal. Além disso, elas servem para eles se equilibrarem, se agarrarem em uma árvore e, o mais importante, se defenderem de predadores!

A *Iguana iguana* – nome científico daqueles que conhecemos simplesmente como iguana ou camaleão – é um exemplo de lagarto que usa a cauda de uma forma, digamos, curiosa e, até, dolorida. A espécie é encontrada em grande parte do Brasil e em ambientes diferentes, mas tem preferência pelo alto das árvores que há perto dos rios em áreas alagadas. Quando se sentem ameaçados, eles costumam se jogar na água sem se importar (ai!) com a altura da queda. Mas quando não conseguem fugir dessa maneira e percebem que o perigo se aproxima, as iguanas torcem o rabo, ou melhor, balançam sua longa

cauda e dão violentas chicotadas no potencial predador. E mais: usam suas grandes e afiadas garras contra aquele que, para elas, é o vilão. Vai encarar?

O exemplo da *Iguana iguana* mostra o quanto a cauda é valiosa para os lagartos. Imagine que algumas caudas até servem como estoque de alimento, por acumular gordura – uma reserva nutritiva para o animal. Outras se desprendem facilmente e ficam se movendo sozinhas, distraindo o predador e facilitando a fuga. E, ainda, há as que podemos chamar de caudas-escudo, porque são largas, cheias de espinhos e servem como tampa em alguns buracos que os lagartos cavam para se abrigar.

Agora, diga sinceramente: são ou não curiosas as caudas dos lagartos?

Teresa Pires,
Museu Emílio Goeldi.

Como funciona a fotocopidora?

O quê? Você não sabe o que é fotocopidora? É a nossa popular máquina de xerox! Ela foi inventada nos Estados Unidos, na década de 1930. Antes de sua invenção, os instrumentos à disposição para copiar documentos a baixo custo eram manuais e a qualidade da cópia, inferior. Sabe qual é o segredo do sucesso das cópias perfeitas realizadas pelas fotocopidoras? A eletricidade.



Essa máquina funciona basicamente com um cilindro que – como tudo o mais que há ao nosso redor – tem carga elétrica. A carga elétrica é uma propriedade que as minúsculas partículas que compõem todas as coisas apresentam. Há cargas elétricas positivas (+) e negativas (-). A maior parte dos objetos tem um número igual de cargas positivas e negativas, o que faz com que não notemos o seu efeito. Dizemos, então, que são neutros. Alguns objetos, porém, podem ter mais carga de um tipo do que de outro. Então, o efeito da eletricidade pode ser facilmente sentido. O cilindro da fotocopidora, por exemplo, apresenta carga elétrica positiva. Ele também é feito de um material especial que deixa as cargas elétricas se movimentarem livremente quando o cilindro recebe luz.

Pois bem: você já deve ter reparado que, ao ser posto na fotocopidora, o documento a ser copiado é iluminado por uma lâmpada, não é? Isso é feito para que seja obtida uma imagem do documento a ser copiado, que será projetada justamente sobre o cilindro. A imagem projetada terá regiões mais claras e mais escuras. Nas regiões mais claras, por conta da presença de luz, as cargas elétricas podem se movimentar. Resultado? Essas cargas podem ir embora, deixando essas regiões neutras, isto é, sem carga elétrica total. Já as regiões mais escuras, pelo contrário, preservam a carga elétrica positiva.

Mas você deve estar se perguntando: como isso gera a cópia do documento, afinal? A resposta: graças a um pó preto, com carga elétrica negativa, que é colocado próximo ao cilindro. Como as cargas elétricas negativas são atraídas pelas positivas (e vice-versa), as regiões do cilindro que correspondem à parte escura da imagem e apresentam carga elétrica positiva acabam por atrair o pó preto, que tem carga elétrica negativa. O pó fica, então, preso à superfície do cilindro. Temos, assim, a imagem do documento formada, graças ao pó, sobre o cilindro.

Uma folha de papel é, então, colocada em contato com o cilindro e o pó “suja” o papel, formando uma imagem idêntica ao documento original. Com calor, o pó é “derretido” e gruda definitivamente na folha. Por isso, aliás, é que ela sai quentinha da fotocopidora. Ah! Quanto às máquinas que fazem cópias coloridas, elas funcionam da mesma maneira. A diferença é que essas apresentam um cilindro e um pó diferentes para cada cor básica.

Nas fotocopidoras mais modernas, o cilindro tem carga elétrica negativa e o pó preto, carga elétrica positiva.

Renato Camargo Giacomini,
Departamento de Engenharia Elétrica,
Centro Universitário da FEI (Faculdade de
Engenharia Industrial).



Por que os morcegos ficam pendurados de cabeça para baixo?

Todo mundo sabe o que é um morcego, mas não dá para negar que esses animais ainda são pouco conhecidos pelas pessoas: ainda hoje, há quem diga que eles são vampiros de verdade ou ratos velhos que criaram asas – dois grandes mitos. Sem falar que muita gente garante que os morcegos se alimentam apenas de sangue, quando, na verdade, a grande maioria das espécies prefere comer frutas, folhas, néctar e pólen de flores, pequenos vertebrados, insetos... Porém, se há algo que todas as pessoas sabem sobre os morcegos, é que eles ficam pendurados de cabeça para baixo em árvores, forros de telhados ou cavernas. Mas por que será que fazem isso?

A resposta tem a ver com o fato de os morcegos serem os únicos mamíferos que voam. Durante a sua evolução, ao longo de, aproximadamente, 50 milhões de anos, diversas estruturas do seu corpo se modificaram, adaptando esses animais ao hábito de voar. A posição de “cabeça para baixo”, por exemplo, facilita a saída para o voo. Os morcegos se desprendem do local onde estão – seja um galho, uma rocha ou um forro de telhado –, abrem as asas, planam e, em seguida, batem as asas.

Para que esses animais pudessem ficar de cabeça para baixo por longos períodos, houve a rotação em 180 graus dos seus membros inferiores: isto é, as plantas dos pés desses animais se voltaram para frente. A circulação do sangue

pelo corpo também foi modificada: artérias e veias apresentam válvulas que, ao serem contraídas de forma rítmica, fazem o sangue circular para cima, o que garante que todos os órgãos do corpo desse animal recebam oxigênio de maneira igual, mesmo quando ele está de cabeça para baixo. Além disso, os tendões – cordões fibrosos que se ligam aos ossos e músculos e têm a função de flexionar as articulações – permitem que os morcegos prendam-se firmemente pelas garras dos pés a qualquer lugar que desejem e mantenham o equilíbrio do corpo.

Uma curiosidade: é comum encontrar esses animais mortos, pendurados de cabeça para baixo, em seus abrigos. Tudo porque a musculatura e a força imposta pelos tendões permanecem mesmo após a morte! É também nessa posição que as mães-morcego têm seus filhotes. Porém, vale lembrar que esses animais podem ficar em repouso de “cabeça para cima” ou na horizontal. A maioria também não voa a partir do chão: precisa escalar um substrato – uma rocha, uma parede ou um tronco de árvore, por exemplo – para, então, alçar vãos. Esses animais são, de fato, surpreendentes. Até quando não estão de cabeça para baixo. Você não acha?

Susi Missel Pacheco,
Fundação SAUVER e
Laboratório de Mastozoologia,
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.



Canções, jogos eletrônicos, programas de computador... Tudo isso cabe em um CD. Não é para menos: o disco compacto (ou *compact disk*, em inglês, nome que originou a sigla CD) foi feito para guardar informações. Mas você sabe dizer como tantos dados podem ser colocados ali? E como são lidos depois?

Muitos aparelhos eletrônicos – como os computadores e os *videogames* – entendem uma linguagem própria, composta apenas pelos números 0 e 1. Por conta disso, programas, imagens, textos e muitas outras informações são gravados no CD usando um monte de 0 e 1. Esses números são guardados em seqüência no disco, e o computador, o aparelho de som ou o *videogame*, ao lê-lo, entende quais informações eles trazem: o aparelho de som toca a canção, o *videogame* apresenta um divertido jogo para disputar, o computador inicia um programa que precisa ser instalado.

Mas como os aparelhos eletrônicos lêem o CD? Para tanto, eles contam com a ajuda da luz *laser* e de um equipamento chamado leitor de luz. A luz *laser* é lançada em direção às trilhas do CD – linhas gravadas no disco, onde estão escritos os dados que ele carrega – e, a partir dali, pode voltar forte ou fraca ao leitor de luz.

Se a luz *laser* voltar forte, quer dizer que encontrou um número 1; se voltar fraca, achou um número 0. No primeiro caso, o leitor de luz deixa passar um sinal elétrico para o aparelho eletrônico em questão: o computador, o *videogame* ou o aparelho de som; do contrário, não. Com isso, acaba contando ao equipamento a seqüência de 0 e 1 que está gravada no CD. Como essa seqüência nada mais é do que textos, imagens ou música escritos de outra forma, temos acesso à informação!

Você conseguiria decifrar, por exemplo, qual palavra foi escrita com a seqüência
0100010101110000110010101101011100000110110001101111?
Um editor de texto de computador identificaria a palavra “exemplo”. Veja como ele faz:

01000101 01111000 01100101 01101101 01110000 01101100 01101111

E x e m p l o

Essa seqüência de 0 e 1 poderia ser usada em um programa de música para tocar sons, em um programa de imagens para mostrar pontos e cores, em um *videogame* para dar um pulo. Arranhões, sujeira e gordura, porém, desviam a luz que foi lançada em direção às trilhas e atrapalham a leitura do disco. Assim sendo, devemos deixá-lo sempre limpo e protegido. É preciso cuidado, sobretudo, com arranhões na parte de cima do CD, que podem danificar a trilha e impedi-lo de funcionar. Um desperdício, já que esse produto, bem conservado, dura até cem anos.

Marcelo de Carvalho Bonetti,
Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo.

Curiosidade!
As trilhas do CD são gravadas em espiral e dão cerca de 20 mil voltas no disco. Se fossem esticadas, teriam cinco quilômetros de comprimento.



Por que...

o girassol gira com a luz do Sol?



Antigamente, um dos quesitos que diferenciavam o reino animal do vegetal era a presença de movimento. Assim: caso se mexesse por iniciativa própria, era animal; se não se mexesse, vegetal. Essa forma de diferenciação foi abandonada porque hoje sabemos que muitas plantas são capazes de se movimentar inteiramente ou apenas algumas de suas estruturas, como as folhas e as flores. Um exemplo bem bonito desse bailado é o que faz a flor do girassol.

O girassol se mexe estimulado pela luz solar. Esse fenômeno é chamado heliotropismo ou rastreamento solar, o que significa dizer: orientado pelo curso do Sol. O fenômeno é classificado como positivo quando o vegetal busca a luz e negativo quando foge dela. No caso do girassol, você já deve ter notado, é positivo. Para ele, quanto mais luz melhor!

Só tem um detalhe: girassol é flor e flor não faz fotossíntese. Então, por que essa planta se movimenta em busca da luz solar? Pois bem: o girassol não é apenas uma flor, mas a união de várias flores, cujo conjunto recebe o nome de capítulo. Essas flores são sustentadas por um cabo (ou pedúnculo) e este sim é o responsável pelo movimento do girassol.

Numa plantação de girassóis, à medida que o Sol segue seu curso, do nascimento até se pôr, vemos a flor se movimentar. Agora, sabemos que é o pedúnculo que está seguindo na direção dos raios solares. Ele é quem precisa da luz para melhor aproveitar a energia na realização da fotossíntese, além de suas folhas. Esse movimento é temporário e reversível: quando cessa a luz do Sol, a planta volta à sua posição original, porque suas células deixam de receber o estímulo luminoso que provoca o movimento. Com esse fenômeno, o girassol assegura a maturação dos frutos, que vão gerar novas plantas.

Assim como o girassol, outras plantas se movimentam de maneira diferente e por estímulos também diversos. A "dormideira", por exemplo, se fecha quando é estimulada pelo toque. Mas essa é outra conversa... Preste mais atenção nas plantas. Você vai se surpreender!

Roberto Lourenço Esteves,
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes,
 Departamento de Biologia Vegetal,
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Você sabia...

que os polvos são mestres do disfarce e têm três corações?



Ilustração Cavalcante

Por instinto de sobrevivência, os animais estão sempre tentando dar um jeitinho de escapar dos predadores e surpreender suas presas. Com o polvo, isso não é diferente. Além de terem oito tentáculos muito ágeis, esses animais são capazes de mudar de cor e até de forma para se esconder no fundo do mar.

O polvo é um molusco marinho que compõe, junto com lulas, sibas e nautilus, o grupo dos cefalópodes. Todos eles são parentes dos mariscos, e, também, das lesmas e dos caracóis, esses mesmos que aparecem no quintal. Eles são invertebrados com uma inteligência fora do comum e uma excelente visão, comparável à de alguns vertebrados. Em experimentos de laboratório, os polvos aprenderam a se deslocar por labirintos e, até mesmo, retirar a tampa de um pote de vidro para pegar um camarão e se alimentar, tudo isso graças à sua inteligência e aos tentáculos que têm grande mobilidade.

Os tentáculos, muito flexíveis, permitem que os polvos manipulem pequenos objetos, como conchas e pedras. Eles também ajudam no deslocamento do animal, na aderência ao fundo marinho, na captura de alimento e na reprodução, pois os machos os utilizam para introduzir “pacotes” de espermatozoides na cavidade do manto (como é chamada a “cabeça” do polvo) das

fêmeas. Para escapar de seus predadores, os polvos são capazes de se camuflar, ou seja, mudar a sua coloração para imitar, por exemplo, a cor do fundo do mar ou a textura de uma pedra e passar despercebidos. Se ainda assim algum animal os ataca, os polvos nadam rapidamente soltando um jato de tinta escura e de gosto ruim, confundindo o agressor, que fica sem enxergar direito.

Haja disposição para correr tanto, não é? Por serem animais extremamente ativos que podem se deslocar com grande velocidade, os polvos – e também as lulas – desenvolveram um sistema circulatório com três corações, diferente de todos os outros animais. Eles têm um coração principal – o coração sistêmico – que recebe o sangue oxigenado das brânquias e o bombeia para todo o corpo do animal; e têm ainda dois corações acessórios – os corações branquiais – que recebem o sangue sem oxigênio e bombeiam para as brânquias, para receberem mais oxigênio. Com mais oxigênio no corpo, podem ser assim: superativos!

**Paulo Márcio S. Costa e
Renata dos Santos Gomes,**
Setor de Malacologia,
Departamento de Invertebrados,
Museu Nacional/UF RJ.

COMO FUNCIONA... A ESFEROGRÁFICA?



A melhor maneira de entender como uma caneta esferográfica funciona é observar o mecanismo daqueles frascos de desodorante que têm uma 'bola' na ponta (os chamados *roll-on*), bastante usados pelos adultos. O mecanismo da caneta esferográfica é praticamente o mesmo. A tinta, que é viscosa e seca rapidamente para evitar borrões, fica no reservatório, naquele tubinho longo de plástico. O mais importante, porém, é notar que, na pontinha da ponta, dá para ver uma pequena esfera – daí o nome esferográfica. Essa esferazinha, apesar de estar presa à pontinha da caneta, tem uma pequena folga para girar livremente (assim como a bola do *roll-on*). O diâmetro da esfera vai, em média, de 0,5 milímetro, na escrita fina, a 1,4 milímetro, na escrita bem grossa.

Quando escrevemos com uma caneta esferográfica sobre o papel, a esfera gira por causa do atrito e traz a tinta do reservatório para fora, espalhando-a sobre o papel.

Tanto uma caneta esferográfica comum quanto o desodorante *roll-on* não funcionam se a ponta estiver para cima (faça o teste!). Por quê? Bem, essas duas grandes invenções dependem da gravidade para 'puxar' a tinta (ou o líquido) para baixo, fazendo-os molhar a esfera. Portanto, nessa posição, a esfera da caneta e a bola do desodorante ficam secas e começam a falhar.

As canetas esferográficas modernas foram inventadas em 1938. No início, eram muito caras, vazavam com facilidade, porque a tinta era pouco viscosa, e falhavam muito. No final da década de 1940, passaram a ser fabricadas em grandes quantidades, a custar baratinho e a funcionar melhor. Hoje, uma só fábrica pode produzir milhões desses fantásticos instrumentos por dia. E já existe caneta esferográfica que escreve de cabeça para baixo.

Cássio Leite Vieira,
Especial para a *Ciência Hoje das Crianças*.

POR QUE SENTIMOS COCEIRA?

Ilustração Fernando



O incômodo da coceira é um aviso de que o corpo entrou em contato com alguma substância estranha, como a saliva do mosquito que nos picou, ou até com alguma substância perigosa, como contêm certas plantas. Justamente por ser desagradável, a coceira tem uma função importante para o corpo: fazer com que a gente fique longe de quem a causou, seja poeira, remédio, planta ou inseto.

No caso de uma picada, não culpe de cara o pobre do mosquito que deixou aqueles calombos vermelhos nos seus tornozelos. Na verdade, o culpado pela coceira é nosso próprio corpo. O que causa a coceira não é a picada do mosquito em si, e, sim, a histamina, uma das armas que nosso corpo produz para combater as substâncias estranhas, como a saliva do mosquito deixada no local da picada.

Quando o sistema de defesa do corpo detecta substâncias estranhas, uma de suas primeiras ações é liberar histamina. Ela aumenta a circulação de sangue no local, deixando a pele vermelha e inchada. Por outro lado, o sangue que aumentou sua circulação traz mais células de defesa. Isso faz com que as substâncias estranhas sejam eliminadas mais rapidamente. Logo, a histamina pode ser considerada uma aliada do corpo.

Pena que a histamina tem também o efeito desagradável de causar a coceira. A boa notícia é que a vontade irresistível de coçar a pele também tem sua função. Quando a gente coça o local da picada do

mosquito, por exemplo, aumenta ainda mais a circulação de sangue no local (e deixa a pele ainda mais vermelha também!). Como o sangue facilita o trabalho do sistema de defesa do corpo... coçar não faz mal! Pelo contrário: se a gente coçar bem coçado, a coceira acaba passando. O queééé???

É isso mesmo: a coceira é tão importante que tem uma parte do sistema nervoso dedicada somente a ela. Dos muitos nervos que levam sinais do corpo para o cérebro, alguns respondem ao toque; outros, somente ao calor; outros, somente ao frio; outros, somente à dor... Há quatro anos, os cientistas descobriram que alguns desses nervos respondem somente à histamina. Por isso, a histamina provoca uma sensação diferente da sensação do toque e da dor.

Curioso é que os nervos da dor "comandam" os nervos da coceira. Isso quer dizer que quando o lugar que está sendo coçado começa a doer, os nervos da dor "desligam" os nervos da coceira, que param de enviar sinais ao cérebro. Por isso, coçar a pele até causar uma leve (eu disse: leve!) sensação de dor acaba com a coceira e dá aqueeee alívio. Tome mesmo cuidado para não se coçar demais, porque senão você pode trocar a coceira por uma ferida na pele. Argh!

Suzana Herculano-Houzel,
Espaço Museu da Vida,
Fundação Oswaldo Cruz.

POR QUE O OUVIDO PRODUZ CERA?

A migas da aparente limpeza, as hastes flexíveis podem ser arquiinimigas da sua saúde auditiva. Por quê? Porque a cera produzida pelas chamadas glândulas ceruminosas não é sujeira, é proteção!

A cera é produzida pelo ouvido para impedir que partículas estranhas e microrganismos entrem no canal auditivo e causem infecções. Ela também protege o revestimento desse canal – que é a porta de entrada dos sons que ouvimos.

Em geral, o ouvido cuida da sua própria limpeza. Quando há um excesso de cera, ele trata de expulsar. Logo, é só a cera que vemos do lado de fora da orelha que devemos limpar, mas... Com todo o cuidado!

Quem usa hastes flexíveis ou outros tipos de instrumentos prejudica a autolimpeza do canal auditivo. Aliás, muitas vezes esses instrumentos até empurram a cera para dentro do canal e isso faz com que ela se acumule. O resultado pode ser uma otite, isto é, uma dor de ouvido resultante de uma infecção.

Mas é bem verdade que assim como há pessoas que transpiram mais do que outras, há aquelas que produzem uma quantidade de cera além do normal. Em alguns desses casos, é necessário que o médico otorrinolaringologista – especialista em ouvido, nariz e garganta – realize a lavagem do canal auditivo.



A limpeza consiste em injetar água dentro do canal usando uma seringa metálica. Não precisa se espantar porque não dói nada. Esse procedimento é muito importante, pois o excesso de cera pode se transformar num obstáculo à passagem das ondas sonoras e provocar a diminuição da audição.

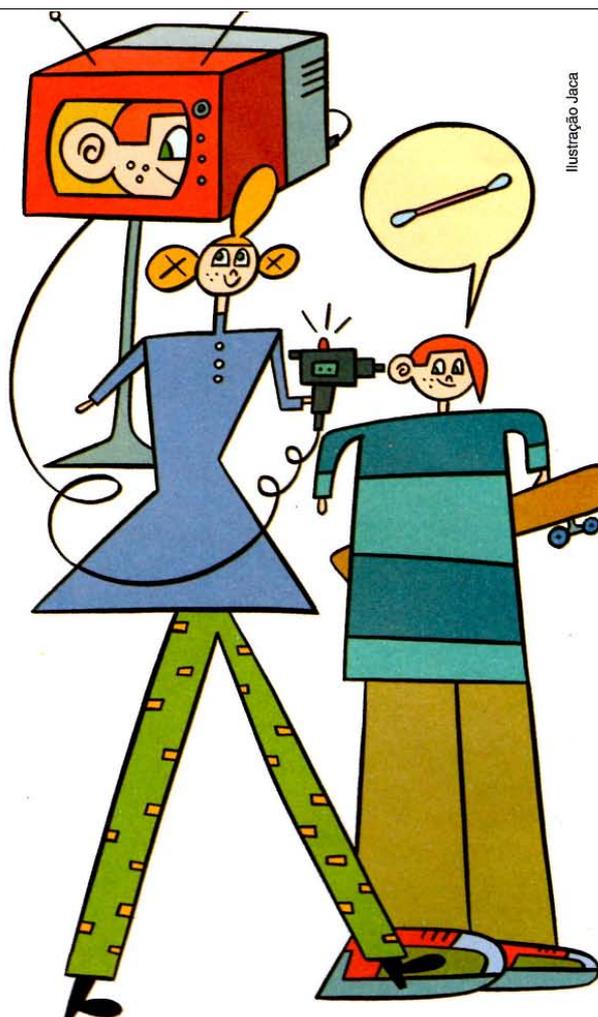


Ilustração Jaca

Com os ouvidos obstruídos pelo excesso de cera, a pessoa tem dificuldades de entender palavras faladas com fraca intensidade, ou seja, em volume baixo. Às vezes, mesmo as palavras faladas em intensidade de uma conversação normal podem não ser totalmente compreendidas. Isso acontece porque o nosso idioma – o português falado no Brasil – possui sons, como os do 'v', do 'f', do 'b' e do 'p', que são de fraca intensidade.

Entender todos os sons do idioma com perfeição é muito importante, principalmente para as crianças. Afinal, aquilo que ouvimos interfere diretamente no nosso aprendizado e no nosso rendimento na escola.

**Carla Queiroz e
Carlos Augusto Ferreira de Araújo,**
Escola de Reabilitação,
Universidade Católica de Petrópolis.

Por que sentimos cócegas?

Saber, com certeza, ninguém sabe. Mas há uma boa dica: sentimos cócegas quando alguma coisa toca nossa pele de um jeito que o cérebro não consegue prever. E sem conseguir “adivinhar” qual vai ser a sensação, o cérebro não tem como bloqueá-la.

Não é por falta de treino. Afinal, bloquear sensações é algo que o cérebro faz o tempo todo com as que são produzidas pelos movimentos do corpo. Por isso, a gente não nota os sapatos roçando nos pés a cada passo, nem a língua mexendo dentro da boca quando falamos, a não ser que prestemos atenção de propósito (ainda bem!).

Quem consegue prever e bloquear essas sensações é o cerebelo, a parte do cérebro escondida logo acima da nuca, que recebe uma “cópia” de toda ordem que o cérebro manda aos músculos para executar um movimento. Essa cópia é uma maneira de informar às outras partes do cérebro que há uma ordem em execução, preparando o resto do corpo para que o movimento aconteça e talvez sirva, até mesmo, para reconhecermos esses movimentos como nossos.

Usando essa cópia, o cerebelo, de alguma forma ainda desconhecida, prevê quais serão as sensações resultantes daquele movimento e compara essa previsão com as sensações que são percebidas pelos nossos sentidos. Aí, se a sensação prevista for parecida com a sensação que chegou pelos sentidos, o cerebelo manda cancelar o sinal e o cérebro não sente quase nada. Mas, se forem diferentes... O cerebelo “autoriza” a sensação que está chegando, que é, então, percebida com toda força. Como as cócegas feitas por outra pessoa!

Por isso, aliás, não é possível fazer cócegas em si mesmo. Quer dizer: fazer *tic-tic-tic* na sola do

próprio pé ou debaixo do suvaco é claro que dá. Só que não tem a menor graça. Você já tentou? O resultado fica *loooonge* daquela sensação intensa que faz a gente se contorcer em risadas. E nem adianta recorrer a uma pena ou fiozinho de lã na sola do pé. Seu cerebelo sabe que é você quem está por trás da tentativa de cócegas e corta o seu barato!

A vantagem é que assim o cérebro fica livre para receber sensações inesperadas. Ainda bem, porque as sensações provocadas por nós seriam tantas e tão constantes que deixariam qualquer um doido! Melhor o cérebro se preocupar somente com sensações imprevistas.

E por que tem gente que começa a se dobrar de rir só de ver dedinhos em riste se aproximando ameaçadoramente? Segundo cientistas suecos que ameaçaram fazer cócegas em voluntários enquanto estudavam seus cérebros (você já tinha imaginado um cientista fazendo cócegas em alguém?), é porque a região do cérebro que sente toques reage da mesma forma às cócegas e à expectativa das mesmas. Para o cérebro, a ameaça de cócegas funciona tão bem quanto a própria.

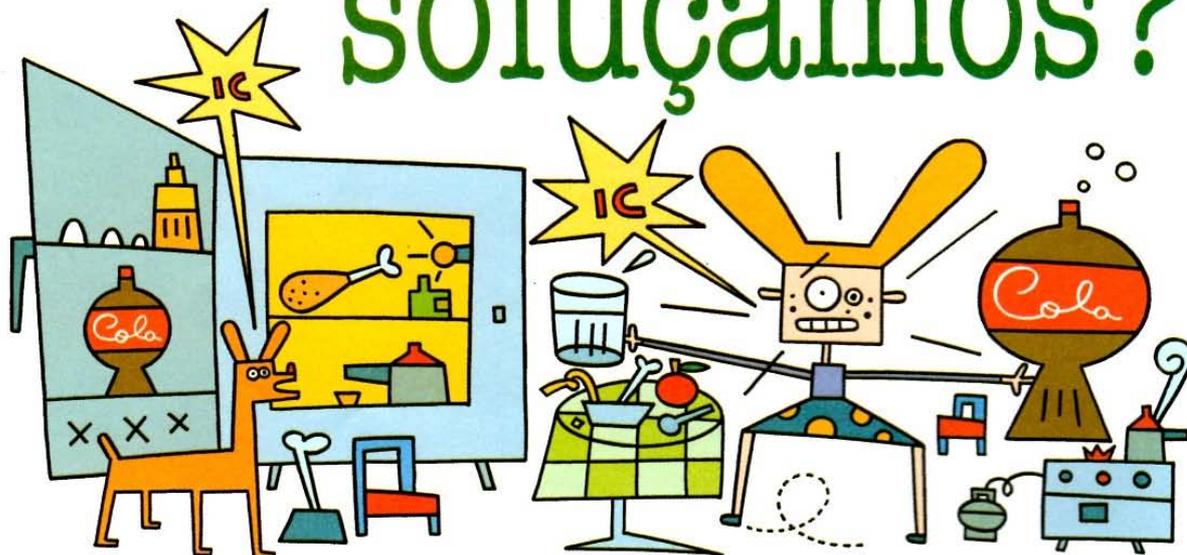
Só que, com todas essas pesquisas, ainda não explicaram por que alguns toques são só toques e outros são cócegas. O que faz a diferença: a força do toque? Os movimentos repetitivos das cosquinhas? O lugar do corpo? Essa pesquisa ainda vai render muitas gargalhadas!

Suzana Herculano-Houzel,
Museu da Vida,
Fundação Oswaldo Cruz.



Ilustração Mário Bag

Por que soluçamos?



Vale tudo na luta contra o soluço: levar susto, beber copos de água e até grudar com saliva (*arght!*) um pedaço de papel no meio da testa. Mas nada garante que todos esses improvisos funcionem. Na maioria das vezes, o “*hic, hic, hic*”, teimoso, continua! Qual será a causa desse misterioso barulho? Como fazê-lo parar?

O principal responsável pela nossa respiração é um músculo bem fino, que separa o tórax do abdômen: o diafragma. Graças aos movimentos do diafragma, que se contrai e relaxa, inspiramos e expiramos o ar. O diafragma é auxiliado pelo nervo frênico. Localizado logo acima do estômago, este nervo controla os movimentos do diafragma.

Mas qual é a relação de tudo isso com o soluço? Bem, é a irritação do nervo frênico que causa o soluço. Irritação? Se você já pensou no nervo frênico mal-humorado, nervoso e de cara feia, contenha a imaginação! Vamos ver o que acontece de verdade. Com a ingestão de líquidos ou comida em excesso, bebidas muito quentes, geladas ou com gás em

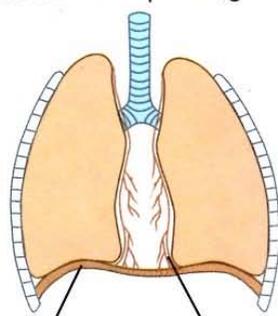


Gráfico Nato Gomes

DIAFRAGMA NERVO FRÊNICO

demasia, o estômago incha e, por estar muito perto do nervo frênico, pode irritá-lo, isto é, sensibilizá-lo, como acontece com os olhos quando entra poeira.

O nervo frênico, irritado, manda o diafragma se contrair. Com isso, inspiramos ar. O problema é quando uma “tampinha” que há

no fundo da garganta, a glote, fecha-se de repente e não deixa o ar passar da boca para os pulmões. Isso provoca a vibração das cordas vocais e “*hic, hic, hic*”, lá vem o soluço! Esse fechamento da glote acontece independentemente da nossa vontade. Normalmente, ela fica aberta para a passagem do ar e só se fecha quando comemos. Quando a glote se abre, o ar volta a passar normalmente para os pulmões, o que não quer dizer que o soluço vai acabar. Isso só acontece quando o nervo frênico volta a trabalhar normalmente.

Qualquer pessoa e até animais, como cachorros, gatos e outros mamíferos, podem ter soluços! Em geral, o soluço acontece várias vezes seguidas e pára em alguns minutos. Mas há quem soluce por horas ou até dias. Essas pessoas ficam cansadas, sentem desconforto e até dor. Quando isso acontece, é bom procurar um médico.

No caso do soluço comum, há maneiras de acabar com ele! Tomar um copo de água com o nariz tampado, por exemplo. Como fica difícil respirar, aumenta a quantidade de gás carbônico no corpo, o que inibe a irritação do nervo frênico e o faz voltar a trabalhar corretamente. Mas, cuidado: tampe o nariz por pouco tempo! E caso você veja um amigo soluçando, dê um susto nele! Assim será liberada no sangue uma substância chamada adrenalina, que fará o nervo frênico voltar ao normal!

Para evitar soluços, alimente-se de forma equilibrada e tente não ingerir líquidos durante a refeição, em especial, refrigerantes. Caso contrário, agüente o “*hic, hic, hic...*”.

Rafael Pereira Leitão,
Museu Nacional/UFRJ.

POR QUE O AVIÃO CONSEGUE VOAR?



Como o avião, mesmo pesando, às vezes, milhares de quilos e carregado de pessoas, cargas e todo tipo de coisa, consegue voar com tanta facilidade? Essa dúvida já deve ter deixado você intrigado algumas vezes, não é? Pois saiba que a explicação é muito mais simples do que você imagina.

O principal responsável pelo vôo do avião é o ar. Quando esse aparelho está voando, o ar que passa por suas asas gera uma força para cima, que se equilibra com a força que seu peso faz para baixo, e o sustenta. Mas não é só. O ar produz, ainda, uma força, o arrasto, que se opõe ao movimento para frente do avião. E, para manter uma velocidade constante, os motores fazem uma força no sentido contrário ao arrasto.

O arrasto é uma força que todos nós conhecemos. Ou será que você, ao correr depressa, nunca teve a sensação de que o ar o empurrava para trás? Essa resistência que o ar faz ao nosso movimento é justamente a força de arrasto. Mas como é produzida a outra força, a que joga o avião para cima, impedindo que ele caia?

Dois fatores são responsáveis por isso e ambos estão relacionados ao movimento do ar na asa. Em primeiro lugar, o ar dá um impulso na asa, que é levemente inclinada para cima. Se você, em um dia com muito vento, esticar sua mão, meio inclinada, poderá verificar isso ao vivo: uma força a empurrará um pouco para trás, mas, também, um

pouco para cima. Quem a joga para trás é o arrasto, mas quem a empurra para cima é a força que proporciona sustentação ao avião.

O outro fator que ajuda a manter o avião no ar é a pressão. Quando o avião está em movimento, o ar passa tanto pela parte superior das suas asas – que é arredondada e, portanto, mais comprida – quanto pela parte de baixo, que é praticamente reta e mais curta. Na parte de cima da asa, o ar alcança uma velocidade maior do que na parte de baixo. Talvez você não saiba, mas quanto maior a velocidade do ar, menos pressão ele gera. Assim, na parte de cima da asa, o ar produz uma pressão menor do que na parte de baixo. Resultado? É gerada uma força de baixo para cima, que empurra o avião para o alto: a força de sustentação!

Os dois fatores que dão sustentação ao avião, porém, apenas surgem quando ele atinge uma certa velocidade. Por isso, as pistas de decolagem são longas e retas: para a aeronave se tornar cada vez mais veloz.

Viu só como o principal responsável por sustentar os aviões lá no céu não é nenhuma força mágica, mas, sim, o próprio ar?

A Redação,

com base em entrevista concedida por Maurício Pazini Brandão, professor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Por que as baleias encalham?

Ilustração Cavalcante



Elas têm muito em comum conosco. Afinal, como a gente, são mamíferos: têm sangue quente, cuidam dos seus filhotes, os alimentam com leite... Ao contrário de nós, porém, vivem no mar. Mas não é que têm pulmões e, por isso, precisam subir à superfície de vez em quando para respirar o oxigênio do ar? Nesse sentido, agem como os golfinhos, os elefantes-marinhos, as focas... Animais que, como elas, também podem encalhar nas praias: estamos falando das baleias!

Quer saber por que isso acontece com esses animais? Então, preste atenção: tudo começa no inverno das regiões polares. Nessa época, a comida diminui na Antártica, assim como as temperaturas, que já são bastante baixas. Então, as baleias migram até regiões mais quentes, localizadas nos trópicos, como o Brasil. Nesses locais, têm seus filhotes. Porém, quando começa o verão nas regiões polares, elas voltam ao seu lar, já que, nessa estação, a quantidade de Sol e de comida aumenta ali. E é nas idas e vindas da Antártica que os problemas começam...

Nos oceanos tropicais, há muitas ameaças às baleias, como o encalhe nas praias, que pode ocorrer por diferentes motivos. Um deles é a infecção por parasitas. Se eles se instalam no ouvido da baleia, podem causar um distúrbio em um sistema de canais que existe ali e é responsável por orientar o animal: o labirinto. Desorientado, ele

tende a navegar em águas mais rasas e se atola em bancos de areia.

Mas não é só. As baleias podem encalhar por inexperiência – o que, acredita-se, acontece com as baleias jubartes jovens – e, também, após se enroscarem em alguma rede de pesca solta em alto-mar. Presas nessas armações, elas não conseguem ir à superfície para respirar e acabam se afogando. Muito debilitadas, afundam, bóiam e pela ação dos ventos e correntes marinhas são lançadas nas praias. Como estão feridas e são muito pesadas, não conseguem sair dali, ficando encalhadas.

Infelizmente, quando não são socorridas a tempo, as baleias morrem. Neste caso, porém, se tornam fontes de estudo para os biólogos. Analisando os mamíferos marinhos, os especialistas podem descobrir, por exemplo, o grau de contaminação da água dos oceanos. Tendo essa informação, é possível tomar medidas para reduzi-la, ajudando a melhorar a qualidade de vida de outros bichos que vivem no mar.

Jailson Fulgêncio de Moura,
Grupo de Estudos Marinhos da Região dos Lagos, e
Laboratório de Ecologia,
Escola Nacional de Saúde Pública,
Fundação Oswaldo Cruz.

Como funciona o velcro?



Ilustração Cavalcante

Há muitas maneiras de abrir ou fechar a sua mochila, o seu casaco ou a sua blusa. Você pode usar zíperes, botões, fivelas ou... velcro! Todo mundo conhece o barulho característico que ele faz. Mas quem sabe dizer como ele funciona?

O velcro foi inventado por Georges de Mestral, um engenheiro suíço que, quando saía para passear com seu cachorro, voltava cheio de carrapichos grudados na sua roupa e no pêlo do seu bicho de estimação. Um dia, dominado pela curiosidade, Georges decidiu examinar como eles se agarravam tão firmemente. Colocou os carrapichos em um microscópio e observou que eles tinham ganchos parecidos com os das agulhas de crochê. Logo, teve a idéia de usar o mesmo princípio no velcro, criado em 1948.

O velcro tem duas partes: uma é um tecido coberto de minúsculos ganchos de plástico e outra é um tecido cheio de pequeninas alças. A própria palavra "velcro" é a junção de *velours* (veludo, em francês) e *crochet* (gancho, em francês). Quando as duas partes são pressionadas, os ganchos engatam nas alças, o que permite o fechamento. Quanto maior o número de ganchos e alças presos, mais firmemente estará fechado o velcro. Mas se é assim que ele se



Imagem do velcro feita ao microscópio.

mantém fechado, como é aberto? Quando puxamos o velcro, as pontas dos ganchos se esticam e as alças acabam se desengatando deles (veja a foto ao lado). Ganchos e alças não se rompem, embora, com o uso, alguns possam se partir ou deformar, reduzindo o poder de grude do velcro com o tempo.

Como é fácil de usar, o velcro é muito comum em roupas, tênis para crianças e carteiras. Entretanto, em poucos meses de uso, ele pode acumular pêlos, linhas, cabelos e outras coisas que prejudicam o seu funcionamento. Além disso, ao grudar em algumas roupas, como meias, suéteres e luvas, ele pode facilmente estragá-las. Mesmo assim, continua muito presente no nosso dia-a-dia.



Você já viu uma lagartixa cotó, isto é, sem o rabo ou uma parte dele? Estranho, não é mesmo? Será que ela nasceu assim, com “defeito de fabricação”? Com certeza, não. O filhote da lagartixa sai do ovo com o rabo inteiro, sem faltar qualquer parte. Mas, então, por que, às vezes, a gente vê umas lagartixas sem o rabo circulando por aí? Na natureza, os animais possuem formas diferentes para se proteger e escapar dos seus predadores. Alguns possuem a cor parecida com a do ambiente, dificultando serem vistos; uns têm espinhos; outros têm veneno; há, ainda, aqueles que podem partir por vontade própria uma parte do corpo para escapar do perigo, como as lagartixas.

As lagartixas são um tipo de lagarto e os lagartos pertencem ao grupo dos répteis, junto com as cobras, as tartarugas e os jacarés. Acontece que só os lagartos – alguns deles – são capazes de perder, por vontade própria, um pedaço do rabo. O processo de soltar o rabo se chama autotomia (*auto* = voluntário, próprio; *tomia* = partir, cortar) e significa partir ou quebrar por vontade própria uma parte do corpo. A autotomia ocorre em alguns animais, como insetos, crustáceos ou répteis, mas nem sempre a parte que pode se partir é a mesma. Com a lagartixa, como isto se dá no rabo ou na cauda (nome que os cientistas dão para qualquer rabo de animal), chamamos de autotomia caudal.

A quebra do rabo da lagartixa só acontece porque elas, por natureza, têm a cauda apta a se quebrar. É assim: em alguns dos ossos que formam a cauda da lagartixa existe um ponto onde pode ocorrer um tipo de fratura, permitindo que, caso ela faça uma força naquele ponto, o rabo se parta ali e se solte. Então, é a lagartixa que controla em que ponto a cauda se quebra e em que momento ela quer partir a cauda. É um tipo de estratégia de defesa para se salvar quando está em perigo.

Aves, gambás, gatos e cobras são alguns dos animais que têm a lagartixa entre os seus alimentos. Portanto, a primeira coisa que ela faz quando se sente ameaçada por um desses predadores é correr para

algum abrigo e fugir deles. Se isso não dá certo e o predador consegue alcançá-la e tenta capturá-la, a lagartixa simplesmente solta a cauda. Quando ela faz isso, o pedaço de rabo solto fica se mexendo de um lado para o outro por alguns segundos. Esse movimento do rabo atrai a atenção do predador, que fica olhando e tentando pegar aquele pedaço saltitante de cauda. Com o predador distraído, a lagartixa aproveita para correr e salvar sua vida. É claro que nem sempre essa estratégia funciona e muitas lagartixas acabam virando almoço de outros animais. Mas e depois? Será que ela fica com o rabo cotó para sempre ou será que a cauda cresce de novo? E se crescer, pode se quebrar novamente?

Com o tempo, aquele pedaço de cauda vai crescendo de novo, se regenerando. Só que a nova cauda, depois de regenerada, não é mais a mesma. Seu interior não é mais feito de osso, porque as vértebras não se regeneram, e, sim, de um outro tipo de tecido, cartilaginoso, que não terá mais aqueles pontos de quebra. Além disso, o pedaço novo fica com um tamanho menor do que o pedaço original. Se a lagartixa se meter em apuros e precisar soltar a cauda de novo, o corte só poderá acontecer naquele pedaço da cauda que sobrou quando ela escapou do predador da outra vez, porque lá ainda existem aqueles pontos que podem se quebrar. Ao fazer uma nova autotomia, ela perderá mais um pedaço da cauda verdadeira, além daquele pedaço novo que havia regenerado. Ou seja: a cada autotomia, o rabo dela será cada vez mais curto. Por isso, não devemos fazer uma lagartixa perder sua cauda à toa, só por brincadeira, pois estaremos tirando dela uma chance de usar essa estratégia com um predador de verdade e, com isso, salvar sua vida. Lembre-se: sempre que você encontrar uma lagartixa cotó ou com um rabinho muito pequeno, pode ter certeza de que ela escapou de ser o lanche de alguém!

Mara Cíntia Kiefer e Carlos Frederico D. Rocha
 Depto. de Ecologia, IBRAG
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Ilustração: Mario Bag

COMO FUNCIONA O TELESCÓPIO?

Um telescópio permite observar corpos celestes – como estrelas, cometas, planetas e luas – que estão *muiiiiii*to longe de nós. Sabe por quê? Esse instrumento coleta e focaliza uma grande quantidade de luz emitida pelos astros, produzindo, assim, uma imagem ampliada e rica em detalhes.

Os corpos celestes podem emitir luzes que nós conseguimos ver, mas, também, luzes que não podemos enxergar, como os raios X, a ultravioleta, o infravermelho e as ondas de rádio. Por isso, há diferentes tipos de telescópios.

Os radiotelescópios, por exemplo, são telescópios especialmente construídos para coletar ondas de rádio – e não apenas as que conhecemos comumente por AM e FM. Eles são capazes de observar as diversas informações que a natureza apresenta e exhibe em forma de ondas de rádio, como a presença de moléculas no espaço. A partir de observações feitas por radiotelescópios – assim como por telescópios que captam radiação ultravioleta e infravermelha –, é possível identificar, por exemplo, estruturas no Sol, em cometas e em galáxias distantes que seriam invisíveis a olho nu.

Já os chamados telescópios ópticos, que captam a luz que somos capazes de ver, são os mais conhecidos. Eles se dividem, basicamente, em dois tipos: os refratores e os refletores. Nos refratores, quem coleta a luz é uma lente ou um conjunto de lentes e, nos refletores, isso é feito por meio de um espelho. Quanto maiores essas lentes ou esses espelhos, maior a capacidade de o instrumento “enxergar” objetos distantes e identificar detalhes de objetos mais próximos.

A maior parte dos telescópios ópticos profissionais é do tipo refletor, isto é, possui espelhos para coletar a luz visível, sendo que esses espelhos podem chegar a ter oito metros de extensão. Esses grandes telescópios, em geral, estão instalados em observatórios localizados em lugares remotos e de baixa umidade, como desertos ou montanhas. Em astronomia, quanto mais alto, melhor, pois quanto menos atmosfera houver entre o telescópio e o objeto que se observa, mais nítida é a imagem obtida e mais fácil a sua observação. É como tentar enxergar um peixe logo abaixo da superfície de um lago e outro a dez metros de profundidade. Qual situação é mais difícil?

Entretanto, a presença da atmosfera, por menor que seja, ainda assim provoca alterações na imagem do astro.

Mas existem telescópios que estão livres dos efeitos que ela pode causar: os telescópios espaciais, como o Hubble e o Corot, que estão na órbita da Terra, onde não há atmosfera. Esses telescópios são capazes de obter imagens que seriam impossíveis para qualquer outro telescópio de mesmo porte na superfície da Terra.

Sergio Pilling,
Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS).



Ilustração Fernando

Por que a Terra é o único planeta conhecido no qual existe vida?



A vida em outros planetas já foi tema para bons filmes de suspense, terror e até para animar terríveis ou meigos personagens, como o clássico *ET*. Porém, para que haja vida conforme a que existe aqui na Terra, é preciso que o planeta tenha uma série de características.

A receita da vida não é fácil. Em primeiro lugar, o candidato a planeta habitado deve ter compostos orgânicos, ou seja, substâncias que possuem carbono, um elemento químico fundamental para a composição da vida. Depois, essas substâncias devem ser combinadas com outros elementos, como a água em estado líquido e temperatura abaixo de 120°C. Isso só para começar!

Contudo, para manter a vida, essa temperatura não pode variar muito. Para isso, o planeta precisa ter o tamanho ideal, mais ou menos igual ao da Terra. É que, com este tamanho, o candidato a planeta povoado tem condições de conservar sua atmosfera – camada de ar e gases – com espessura e condições necessárias para manter sua temperatura. Se for maior, há mais emissão de gases estufa e a temperatura pode se elevar muito; se for menor, ele não tem condições para manter a atmosfera e a temperatura estável ideais para o desenvolvimento da vida.

O tamanho do globo também influencia na atividade vulcânica, que fornece os gases atmosféricos importantes para manter o “efeito estufa”, que, em nível considerado normal, promove o aquecimento adequado.

Outro fator importante é a rotação – movimento que o planeta faz em torno do seu eixo. Este giro deve ser relativamente rápido, para que as temperaturas no planeta não variem muito, impedindo que a água congele ou evapore. Se esse movimento fosse mais lento, não haveria estabilidade na temperatura ao longo do globo e, provavelmente, não haveria água em estado líquido, fundamental para a vida na Terra.

A distância da estrela central também precisa ser perfeita para que haja equilíbrio da temperatura, pois o brilho das estrelas apresenta variações durante sua vida. Na posição que a Terra ocupa, mesmo que a temperatura do Sol oscile, o equilíbrio térmico da atmosfera é mantido. Se estivesse mais próxima ou distante, nossa atmosfera não conseguiria equilibrar as modificações na emissão de energia de nossa estrela central.

Bem, de todos os planetas do Sistema Solar, apenas a Terra apresenta todas essas características. Mas, segundo os cientistas, em alguns grandes satélites existem elementos parecidos com os que devem ter originado a vida na Terra. Será que, no futuro, teremos informações surpreendentes?

Eder Cassola Molina,
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências
Atmosféricas,
Universidade de São Paulo.

COMO FUNCIONA O MP3?



Pequenino e com capacidade para centenas de músicas, assim é o tocador de mp3 – ou *mp3 player*, em inglês. Para entendermos como ele funciona, primeiro, precisamos entrar um pouquinho no universo da informática. Vamos lá?

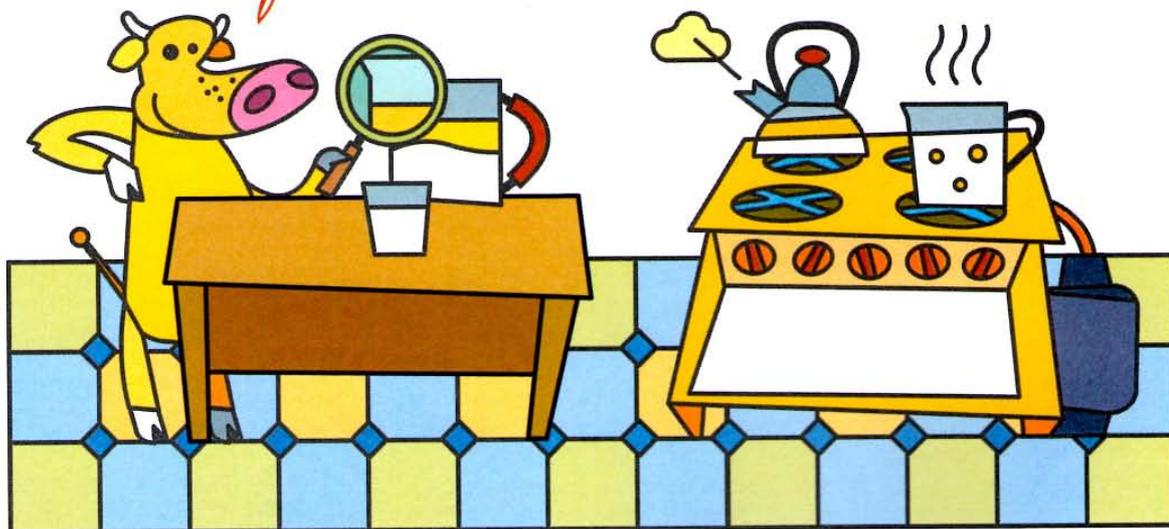
Quando abrimos um CD de música no computador e verificamos o “tamanho” que cada canção ocupa, percebemos a grande quantidade de *bytes* que são necessários para guardar poucos minutos de som. Em outras palavras, notamos como as músicas costumam ocupar muito espaço na memória do computador. Um arquivo de som simples, por exemplo, ocupa, por cada minuto gravado, cerca de 10 *megabytes*. Assim sendo, se uma música de cinco minutos de duração ocupa 50 *megabytes*, um CD, que tem 650 *megabytes* de espaço, não poderia trazer mais do que 13 músicas. Pouco, não?

Pois é aí que entra em cena o formato mp3. O que ele faz é “espremer” – o termo correto é comprimir – bastante o arquivo de som, fazendo com que cada minuto de música ocupe apenas um único *megabyte* no computador. Esta mágica de conseguir arquivos 10 vezes menores – fruto de um monte de cálculos matemáticos – fez do mp3 a maneira mais conhecida hoje de se guardar músicas no computador. E quem pensa que o mp3 é algo novo está enganado: o formato foi inventado na Alemanha no início dos anos 1970. Quase trinta anos depois, surgiria o tocador de mp3, aparelho capaz de armazenar e reproduzir as músicas em formato mp3.

Diferentemente dos *discmans*, que apenas reproduzem músicas gravadas em CDs, o tocador de mp3 tem uma memória interna onde todas as músicas ficam armazenadas. Esta memória pode, às vezes, ser bastante grande, o que permite guardar milhares de música. Além disso, o tocador de mp3 também é composto por outros elementos. Ele conta, por exemplo, com um microprocessador, algo como um pequeno computador, que controla tudo o que funciona dentro do aparelho. É o microprocessador, por exemplo, que entende que a música deve tocar – assim como seu nome e duração devem aparecer na tela de cristal líquido – quando você aperta o botão “reproduzir” (em inglês, *play*). O tocador de mp3 também conta com o chamado conversor digital de sinais, o responsável por transformar o arquivo que está na memória do aparelho em sinal elétrico. Esse sinal elétrico ficará mais potente com o auxílio do amplificador – outra parte do tocador de mp3 – e, por fim, será transformado em som de verdade nos fones que você irá pôr nos ouvidos.

Em resumo, um tocador de mp3 é normalmente pequeno, não possui qualquer tipo de motor – o que torna mais difícil que ele apresente algum problema – e pode armazenar milhares de músicas. Graças a essa combinação de características, ele se tornou um enorme sucesso!

Por que o leite tem nata?



Você pode fazer parte do time dos que a adoram ou dos que a detestam. Mas, preferências à parte, diga lá: sabe por que a nata se forma sobre o leite? Ou o que ela tem de especial para ter uma textura diferente do leite líquido? Pois é hora de descobrir!

Há, basicamente, dois tipos de nata: a do leite não-industrializado e a do industrializado. Mas, para entender como ambas se formam, é importante conhecer melhor esse alimento que estamos tão acostumados a consumir.

O leite é uma mistura aquosa na qual estão dissolvidos proteínas, açúcares, sais minerais, certos tipos de vitaminas e outros compostos. Nele estão dispersos os glóbulos de gorduras, que não se dissolvem em água, e a caseína, um tipo de proteína. Os glóbulos de gordura são tão pequenos que existem cerca de 15 bilhões deles por mililitro de leite – e são eles os responsáveis pela formação da nata do leite não-industrializado.

Nesse tipo de leite – que acabou de ser retirado da vaca, da cabra ou de outro mamífero e não sofreu nenhum processamento –, os glóbulos de gordura são maiores do que os do leite processado – aquele que é vendido em sacos plásticos ou em caixinhas. Assim sendo, se o leite não-processado é deixado em repouso por algumas horas, os glóbulos de gordura começam a se deslocar para a parte superior do leite, formando uma camada na superfície, a nata, que é formada principalmente por gordura. É a partir desta nata que se faz, por exemplo, a manteiga.

Essa nata gordurosa não é formada, porém, no leite processado. Isso porque, durante o

processamento que é realizado na indústria, ele é pasteurizado – isto é, aquecido por alguns segundos para matar bactérias e outros organismos que possam causar danos ao produto ou à saúde do consumidor – e homogeneizado.

A homogeneização consiste na passagem do leite sob pressão por pequenos orifícios, o que causa a fragmentação dos glóbulos de gorduras mais volumosos em glóbulos de gordura menores. Além disso, durante esse processo, os glóbulos de gorduras têm suas superfícies revestidas por proteínas do próprio soro do leite, o que impede que eles se unam com glóbulos de gorduras vizinhos e migrem para a superfície.

Quando fervemos o leite processado, porém, um outro tipo de nata é formado. Apesar de possuir um pouco de gordura, ela é formada principalmente por uma película composta por proteínas e cálcio. Isso acontece porque, quando o leite atinge uma certa temperatura, a água que ele contém começa a evaporar. Essa evaporação da água na superfície do leite deixa para trás uma proteína chamada caseína e o cálcio, que ficam mais concentrados naquela região. Resultado? Com o calor e a perda de água, as moléculas de caseína tendem a se unir, formando grandes redes gelatinosas de caseína e cálcio – a nata do leite aquecido.

Joab Trajano Silva,
Instituto de Química,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Por que os lobos uivam para a Lua cheia?

Que os lobos uivam, todo mundo sabe. Ou será que você nunca viu, nos desenhos animados ou em filmes, essa cena tão comum? Porém, é bom dizer logo que esses animais não são os únicos a uivar e nem fazem isso especialmente para a Lua cheia – ou somente quando ela aparece no céu.

Os cães – que são parentes dos lobos – também uivam e, por incrível que pareça, alguns gatos também podem apresentar um miado contínuo que se assemelha – e muito – com um uivo, tanto em termos de som como em relação aos objetivos. Sim, porque todos esses animais têm suas razões para uivar. E a principal é se comunicar!

Veja o caso dos lobos: eles podem uivar como forma de reunir o grupo, para marcar o seu território e até para mostrar quem está no comando. Juntar os diferentes membros da matilha, por exemplo, é importante porque os lobos costumam perseguir suas presas por horas para cansá-las e só então as atacam em conjunto. Da mesma forma, a defesa contra intrusos será mais eficiente, se todos os lobos estiverem reunidos. Um jovem ou filhote que se afaste muito dos adultos, por exemplo, pode facilmente virar uma presa. Daí a importância do uivo para manter todos juntos.

Com relação ao território, os lobos uivam quando notam a aproximação de algum lobo estranho ao bando ou mesmo outro animal, como um aviso de que aquela área já está ocupada. Por meio dos uivos – e também de rosnadas e pequenas mordidas! –, os lobos que comandam a matilha também instruem os demais, como forma de manter a ordem e a hierarquia. Um macho também pode uivar para atrair a atenção de uma fêmea. Ou vice-versa.

Já os cães, quando estão sozinhos, costumam uivar para chamar a atenção do dono ou quando têm alguma necessidade: fome, sede, para sinalizar alguma dor... Nos gatos, o miado que parece um uivo aparece quando um macho encontra com outro macho. Isso porque, quando dois gatos se encontram, sempre surge uma certa agressividade, seja porque eles vão brigar por uma fêmea ou por um território. Nesse caso, o miado contínuo semelhante ao uivo serve para tentar intimidar o oponente, marcar o território, mas evitando o enfrentamento, a briga propriamente dita. Afinal, se dá para afugentar o adversário só na garganta, para que gastar energia trocando unhadas?

Mas se, até aqui, não conhecemos nenhum animal que uive especialmente porque a Lua apareceu no céu, de onde será que surgiu essa idéia de que os lobos uivam para a Lua cheia? É bem provável que isso tenha ocorrido porque, quando vivem soltos na natureza, os lobos costumam sair para caçar no início da manhã ou no final da tarde, em horas em que não está totalmente escuro. Em noites de Lua cheia, as noites não são tão escuras e há mais visibilidade. Então, os lobos têm mais horas para caçar. Como eles costumam se dispersar – e o uivo serve para reunir os animais durante a caçada –, nas noites de Lua cheia, eles provavelmente uivam com mais frequência – já que ficam mais tempo caçando. É possível que daí venha a origem desse mito de que esses bichos uivam para o luar!

Débora Boccacino,
Museu Nacional,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Você sabia que existem formigas que escravizam outras?



Na África, na Ásia, na Europa e na América do Norte, é possível encontrar as chamadas formigas “escravagistas” – isso mesmo! –, que praticam escravidão. Para obter seus escravos, um grupo de formigas operárias de uma colônia invade colônias de outras espécies, onde captura larvas, que são levadas para o ninho das formigas invasoras. Ali, as larvas são alimentadas até virarem pupas, fase em que não se alimentam e sofrem metamorfose completa para ganhar a forma adulta. Ao fim desse período, surgem os adultos – as formigas escravizadas –, que nem notam que não pertencem à colônia onde estão e nem à mesma espécie das outras formigas. Tudo porque, após algum tempo, as formigas escravizadas já estão com o cheiro da colônia escravagista (cada espécie de formiga e cada colônia têm um cheiro próprio). Assim, as formigas escravizadas passam a trabalhar para a colônia escravagista como trabalhariam para a sua própria colônia.

As formigas escravizadas fazem de tudo: buscam alimento, dão de comer às rainhas e às larvas, limpam a colônia, protegem-na dos predadores... O curioso é que algumas espécies de formigas escravagistas continuam fazendo essas tarefas que mencionamos, apesar de terem escravas para executá-las. Há aquelas, porém, que deixam tudo a cargo das formigas escravas e até já perderam a habilidade de fazer algumas ações, como cuidar da prole. No caso dessas espécies que “desaprenderam” algumas tarefas, as formigas escravizadas são extremamente importantes para o funcionamento da colônia. Afinal, sem elas, haveria o risco de ficar tudo fora de ordem.

O hábito de algumas formigas escravizarem outras fascinou o naturalista inglês Charles Darwin, que tentou explicar como esse comportamento teria evoluído. No seu famoso livro *A origem das espécies*, Darwin sugeriu que as colônias das espécies escravagistas, a princípio,

invadiam outras colônias para capturar ovos, larvas ou pupas como presas, ou seja, inicialmente, elas não eram transformadas em escravas, mas, sim, mortas para servir de alimento. Algumas dessas larvas ou pupas, porém, acabavam ficando na colônia escravagista tempo suficiente para se transformarem em adultos que eram, então, aceitos na colônia e começavam a trabalhar para ela. Resultado prático disso? Com o tempo, as colônias que invadiam outras colônias para capturar ovos, larvas ou pupas começaram a ter um maior número de operárias e passaram a deixar mais descendentes do que as que não utilizavam escravos. Gradualmente, então, elas tornaram-se mais frequentes e, assim, a característica de buscar larvas e pupas em outras colônias permaneceu.

Embora haja algumas discordâncias, a idéia de Darwin ainda é aceita hoje em dia. Além disso, atualmente, a maioria das relações entre formigas escravagistas e formigas escravizadas é considerada uma forma de parasitismo. Isso porque se, inicialmente, como Darwin supôs, uma colônia invadia uma outra e fazia de larvas e pupas suas presas, essa relação evoluiu, com o tempo, da predação (em que o predador mata sua presa) para o parasitismo (em que o parasita usa um outro animal e o mantém vivo). É o que ocorre com as formigas que escravizam outras: elas parasitam as escravas, já que as mantêm vivas, e, disso, tiram vantagens. Embora esse hábito possa nos dar a impressão de que, às vezes, a natureza é selvagem, precisamos ter em mente que estamos falando apenas das diversas formas de comportamento observadas na natureza.

Inara R. Leal,
Departamento de Botânica,
Centro de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Pernambuco.

Ilustração Fernando

Como funcionam o submarino e os balões?



Em seu funcionamento, os submarinos e os balões usam o Princípio de Arquimedes. Esse princípio diz o seguinte: quando mergulhamos algo em um líquido ou o colocamos em um gás, uma força vertical e para cima atua sobre ele – o empuxo (veja o desenho). Essa força pode ser mais intensa ou menos intensa: tudo depende da quantidade de líquido ou de gás que for deslocado pelo objeto que tiver sido posto ali. Quanto mais líquido ou gás deslocado, maior o empuxo – a força.

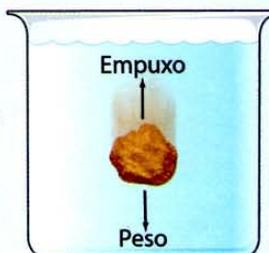
O fato de um objeto flutuar ou afundar está diretamente relacionado ao empuxo. Se uma pedra afunda em um lago, por exemplo, é porque o seu peso – a força vertical e para baixo causada pela gravidade – é maior do que o empuxo que ela sofreu. Se, por outro lado, você solta uma bola no fundo de uma piscina, ela sobe à superfície porque o empuxo é maior do que o seu peso.

Em seu funcionamento, o submarino lida o tempo todo com esses fatos. Como o seu tamanho não muda, ele ocupa sempre o mesmo volume debaixo d'água. Em outras palavras, a água deslocada por ele é sempre a mesma e, portanto, o empuxo sobre ele também é o mesmo. O segredo para o submarino afundar ou subir à superfície é, então, mudar o seu peso.

Talvez você não saiba, mas esse veículo possui tanques que podem ser preenchidos com água ou ar. Assim, quando ele precisa descer, seus tanques se enchem de água, fazendo com que o peso do submarino fique maior do que o empuxo. Quando, porém, é necessário subir, os tanques enchem-se de ar, expulsando a água, fazendo com que o peso do submarino fique menor do que o empuxo.

Com os balões, a situação é parecida. O que muda é que estamos falando do empuxo que ocorre em um gás – o ar – e não em um líquido. Da mesma forma que ocorre com um submarino, um balão apenas sobe quando o empuxo que existe sobre ele é maior do que o seu peso. Da mesma maneira, ele somente desce quando o seu peso é maior do que o empuxo. Mas como isso acontece?

Para o peso do balão ficar menor do que o empuxo, é preciso enchê-lo com algo mais leve – ou melhor, menos denso – do que o ar à temperatura ambiente. Por isso, enche-se o balão com ar quente, que é menos denso. Os balões de aniversário – também conhecidos como bexigas –, por sua vez, podem ser preenchidos com gás hélio, que também é menos denso do que o ar, e, por isso, também os faz subir.



Felipe Damasio,
Professor do Colégio São Bento e da Escola de Educação Básica João Dagostim, Santa Catarina.

Por que os passarinhos não levam choque quando pousam nos fios elétricos?



Você já deve ter feito essa pergunta ao olhar para as inúmeras aves que pousam nos fios de alta-tensão. E elas parecem audaciosas. Pousam sem qualquer cuidado em fios, muitas vezes, desencapados, sem arrear uma pena sequer! Será que os passarinhos têm alguma técnica especial ou é pura sorte?

A explicação, é ciência pura. Afinal, o que causa o choque é a corrente elétrica que atravessa um pedaço do corpo de uma pessoa ou de um animal. O choque ocorre quando se fecha o circuito da eletricidade, ou seja, quando essa corrente entra por alguma parte do nosso corpo – por exemplo, os nossos dedos, se encostarmos em um fio – e sai por outra – por exemplo, pelos nossos pés. Isso quer dizer que a eletricidade que passa pelo fio só será transmitida a alguém, se esse alguém estiver encostado em outro material, como numa parede ou no solo. Por isso, se tocarmos em um fio desencapado, levaremos choque, um risco que pode ser diminuído se estivermos usando sapato com solado de borracha, que é um material isolante, ou seja, que não deixa passar a

corrente elétrica (veja "Por que sentimos choque?", na *CHC* 134).

No caso dos passarinhos, como eles pousam e se equilibram num único fio, sem se encostar em algo, não há risco de que a corrente elétrica passe por dentro de seu corpo. Logo, não há risco de eles levarem choque, por mais que o fio seja de alta-tensão – ainda que esteja desencapado e transporte muita corrente.

Porém, nem mesmo os emplumados podem abusar. Caso eles, por algum desequilíbrio, encostem com qualquer parte do seu corpo em outro fio, certamente, levarão um choque. E, dependendo da quantidade de eletricidade que esteja passando pelos fios, a descarga elétrica pode ser fatal. Isso porque o fio que passa paralelamente ao outro é o elemento-chave para fechar o circuito, ou seja, para que a corrente elétrica atravesse o corpo do passarinho, ocasionando o choque.

Jorge Bruno Nacinovic,
Setor de Ornitologia,
Museu Nacional/RJ.

Ilustração Luísa

Por que ficamos tontos quando giramos?



Ilustração: Alvim

Quem é que nunca fez a experiência de girar, girar e girar de braços abertos, e acabou com a sensação de que, na verdade, o mundo é que tinha começado a rodar? Toda criança faz isso! Mas nem todo mundo sabe que essa sensação acontece porque girar nos tira o equilíbrio, que conseguimos graças à atuação de diferentes partes do nosso corpo.

Para nós, que andamos sobre duas pernas, o equilíbrio – isto é, a referência que temos da posição do nosso corpo em relação ao ambiente que nos cerca – depende de informações passadas pelo apoio dos pés no chão, pela visão, por um segmento do sistema nervoso chamado cerebelo e, ainda, por três estruturas do nosso ouvido interno, ou melhor, orelha interna, para usar o termo mais atual.

Os pés informam, por meio de vias nervosas específicas, se estamos adequadamente apoiados no solo. A visão permite definir nossa posição em relação ao conjunto de elementos presentes no ambiente que nos cerca. O cerebelo dá tônus, isto é, firmeza, aos músculos e coordena o equilíbrio.

Orelha externa

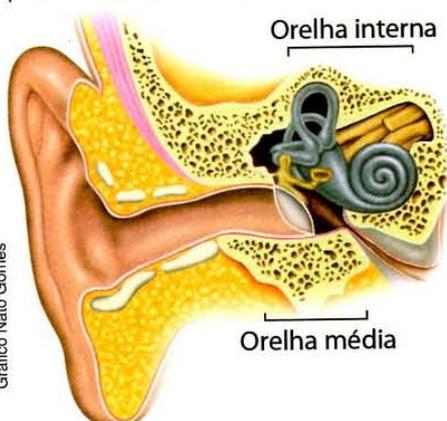


Gráfico: Nato Gomes

E, por fim, três estruturas em forma de tubo que fazem parte da nossa orelha interna, os canais semicirculares, também dão a sua contribuição.

Se pudéssemos olhar dentro da nossa orelha interna, veríamos que os canais semicirculares se reúnem em uma dilatação chamada utrículo (observe o desenho). Além disso, perceberíamos que o interior dos canais semicirculares e do utrículo é coberto por pequenos cílios – ou seja, por pêlos muito finos – e também é preenchido por um líquido em que flutuam cristais de carbonato de cálcio. Pois bem: de acordo com a posição da cabeça, esses cristais tocam os cílios dos canais semicirculares e o utrículo. A partir disso, é transmitida a informação que permite ao cerebelo interpretar a posição do corpo.

Canais semicirculares



Utrículo

O que acontece, no entanto, quando giramos em torno de nós mesmos? Isso faz com que o líquido que existe dentro dos canais semicirculares do utrículo acelere os movimentos dos cristais de carbonato de cálcio, que pressionam de forma desordenada os cílios, o que acaba por gerar, no cerebelo, uma perda da noção do equilíbrio. Além disso, por estarmos girando em torno do nosso próprio corpo, o apoio rápido e inconstante dos pés no chão não transmitirá de modo adequado a nossa posição em relação ao solo. Para complementar, não conseguiremos obter, com a visão, um ponto fixo como referência. Portanto, todos os ingredientes para uma boa tontura estarão presentes nessa brincadeira. A boa notícia é que esse tipo de desconforto passa depressa. Até que ele desapareça, porém, é fundamental ter cuidado para não sofrer qualquer acidente.

Milton Costa,
Departamento de Anatomia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Você sabia que existem super-raios?



Ilustração Fernando

"Não há duas pessoas iguais", diz o velho ditado. Pois com os raios acontece a mesma coisa. Assim como existem pessoas diferentes, existem raios mais fortes do que outros. Alguns são tão mais fortes que a média de intensidade dos comuns que acabaram ganhando o nome de super-raios!

Você com certeza já viu raios em dia de tempestade, mas talvez não saiba que eles são correntes elétricas similares às que circulam nos fios dos aparelhos que temos em casa – só que bem mais intensas. E, em vez de passar por um fio, o raio ocorre na atmosfera.

A intensidade média de um raio equivale a mil vezes a corrente elétrica que circula pelo fio de um chuveiro elétrico. Logo, se em casa devemos ter cuidados para não levar um choque no meio do banho, imagine o que seria um choque provocado por um raio! Ou pior, por um super-raio, que é de 10 a 20 vezes mais forte que os raios que costumam ocorrer na atmosfera, e ainda mais brilhante!

Os locais atingidos por super-raios costumam sofrer com grandes estragos aos equipamentos eletro-eletrônicos ligados na tomada. Dependendo da situação, eles até provocam a morte de pessoas. Mas super-raios são raros. A cada ano, cerca de 50 deles ocorrem no sudeste do Brasil, enquanto são registrados cerca de três milhões de raios comuns na mesma região.

Para quem pensou que os super-raios só causam destruição, uma boa notícia: as descargas elétricas

produzidas por eles também têm um lado bom. Colaboram, por exemplo, com a produção de alimentos, porque quebram moléculas de ar produzindo compostos que, levados ao solo pelas chuvas, ajudam a fertilizá-lo. Esses mesmos compostos, por reações químicas, formam o ozônio – um gás tóxico na superfície da Terra, mas que nos protege dos raios solares quando sobe para a atmosfera.

Agora, quando surgir uma tempestade, você pode observar o céu com outros olhos. Mas lembre-se de fazer isso de dentro de casa, próximo à janela, mas sem tocar nela, porque, caso um raio caia próximo da sua residência, o metal pode conduzir eletricidade e dar choque.

Osmar Pinto Junior,
Divisão de Geofísica
Espacial,
Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais.

Muitos raios no Brasil

O Brasil é campeão mundial de raios, com cerca de cinquenta milhões por ano. Eles causam prejuízos de centenas de milhões de reais e cerca de cem mortes por ano. O motivo? O país é o maior em território situado na região tropical do planeta, ou seja, estamos localizados na área central e mais quente. Como são as temperaturas mais altas as principais responsáveis pela existência de muitos raios, o Brasil é seu alvo predileto.

Como funciona o protetor solar?



Para muitos de nós, ele é companhia apenas na praia, mas deveria estar grudado na gente durante a prática de qualquer atividade ao ar livre. O protetor solar não só previne queimaduras doloridas como também é um aliado para evitar doenças causadas pela exposição aos raios solares.

O Sol é fonte de luz e calor, que beneficia a Terra. Porém, ele emite uma radiação chamada ultravioleta, que é altamente energética, e que, em excesso, pode alterar a composição das células de nossa pele. Esse órgão, a pele, que recobre o corpo inteiro, tem suas células renovadas o tempo todo e essas células novas expostas ao sol em excesso podem nascer modificadas e dar origem a outras células com alterações. A pele, então, pode vir a apresentar manchas, enrugar e até desenvolver doenças como o câncer.

Por isso, o uso do protetor solar é muito importante. Ele funciona como um guarda-sol invisível para nossa pele. Em sua fórmula, há substâncias que absorvem a energia luminosa do Sol e as transforma, por exemplo, em calor.

Existe, também, um produto similar ao protetor chamado de bloqueador solar. Como sugere o nome, ele atua como uma barreira, evitando que a radiação do Sol penetre na pele. Em sua composição, há substâncias químicas – como dióxido de titânio e óxido de zinco – que refletem o excesso de luz solar.

Proteger a pele é importante desde cedo porque as alterações provocadas nesse órgão são cumulativas. Isso quer dizer que: se ao longo da vida você se expuser ao Sol sem proteção, com mais idade, as chances de ter uma pele envelhecida precocemente ou desenvolver câncer de pele serão maiores.

O Sol é um ótimo aliado, estimula a formação de vitamina D, que é responsável pela fixação de cálcio nos ossos. Porém, é preciso ficar de olho nos horários. De dez da manhã às dezesseis horas, a intensidade da radiação solar é grande, sendo que ao meio-dia é a máxima. Portanto, fuja da exposição solar nestas horas e use sempre protetor ou bloqueador solar!

Por que as estrelas parecem piscar no céu?



Olhe para o céu. Se você já fez este gesto em uma noite sem nuvens e com muitas estrelas, deve ter ficado encantado. Que brilho têm as estrelas na imensidão do espaço, não é mesmo? Porém, esses astros não apresentam, para os olhos humanos, um brilho fixo. Elas parecem tremer ou piscar. Será?

Na verdade, o pisca-pisca das estrelas é fruto de um fenômeno chamado pelos cientistas de cintilação, que acontece por causa do deslocamento da luz desses astros em direção à Terra. Esse efeito se dá porque a luz dos astros precisa atravessar a atmosfera do planeta, onde há gases que formam camadas que estão em diferentes temperaturas e em movimento constante. Portanto, para iluminar o céu terrestre, a luz das estrelas precisa passar por uma espessa e agitada camada de gases, causando o efeito de tremor das estrelas a que assistimos, algumas vezes, no céu.

A intensidade da cintilação pode ser maior ou menor, dependendo do caminho que a luz das estrelas precisa percorrer até atravessar toda a atmosfera da Terra. Ou seja: quanto mais movimentos apresentarem as camadas que compõem a atmosfera e mais longo for o caminho percorrido pela luz das estrelas para atravessá-la, mais a cintilação será percebida.

Faça um teste observando uma estrela que acaba de aparecer no horizonte e outra localizada logo acima da sua cabeça. A primeira parece piscar bem mais porque, no horizonte, os raios de luz precisam atravessar uma camada de ar muito maior do que no Zênite – o nome que se dá à posição vertical dos astros, localizados bem no meio do céu. Interessante, não?

Rute Helena Trevisan,
Departamento de Física,
Universidade Estadual de Londrina.



Ilustração Mariana Messarani

O Sol é uma estrela e podemos dizer que o destino de uma estrela está mais ou menos traçado no seu nascimento. Toda estrela nasce dentro de uma imensa nuvem feita de gás e minúsculos grãos que chamamos de poeira. A força da gravidade pode fazer com que pedacinhos da nuvem se atraiam e, após alguns milhões de anos, sejam compactados formando um novo objeto celeste.

Quando há muito a ser compactado, a força de atração desse material começa a espremer suas regiões centrais, aumentando a concentração e a temperatura, até que tem início a transformação de átomos de hidrogênio em hélio, que é o momento de nascimento da estrela. Essa transformação, denominada fusão do hidrogênio, vem ocorrendo no Sol há quase cinco bilhões de anos. O brilho que vemos resulta da energia liberada pela fusão. Mas é interessante notar que essa energia produzida pela fusão, no centro, leva alguns milhões de anos para chegar à superfície, para, depois, se propagar até a Terra.

E quando não há mais hidrogênio no centro? Bem, o futuro depende da massa, ou seja, da quantidade de matéria da estrela. Quanto mais massa, mais seu centro pode ser espremido, aumentando a temperatura. Então, talvez seja possível ocorrer a fusão do hélio que sobrou, no centro, da etapa anterior. Depois, pode haver a fusão do carbono, do oxigênio e, ainda, de outros elementos químicos cada vez mais pesados.

A duração de cada uma dessas etapas vai diminuindo, sendo que a fusão inicial do hidrogênio dura quase toda a vida de uma estrela. Além disso, a mudança de uma etapa para a próxima pode ser um acontecimento complicado.

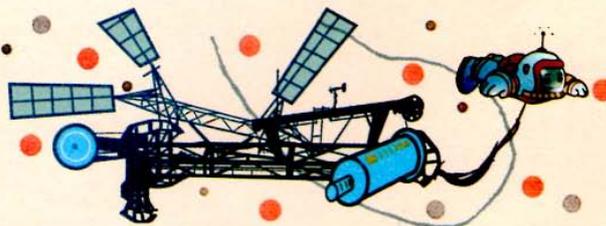
Apenas as estrelas maiores e mais pesadas passam por muitas etapas de fusão. Mas fazem isso muito rapidamente, por isso duram pouco (pouco do ponto de vista astronômico!): apenas alguns milhões de anos. Quanto às estrelas menores e mais leves, podemos até dizer que vivem para sempre, mas não passam da etapa de fusão do hidrogênio. Num futuro distante, vão acabar se resfriando.

O Sol ainda tem mais uns seis bilhões de anos de vida. Chegará à etapa de fusão do hélio antes de virar um dos objetos mais bonitos do céu: uma nebulosa planetária, jogando para fora a maior parte de sua massa. Porém, talvez dentro de um bilhão de anos, a vida na Terra não resista à mudança de brilho devido ao desequilíbrio causado pela diminuição do hidrogênio no centro do Sol. Será o fim?

Quem sabe? Considerando que em menos do que dez mil anos o ser humano passou da invenção da escrita para a construção de telescópios espaciais, é de se esperar que, com sua sabedoria, seja capaz de descobrir e viajar para outros mundos e preservar nossa civilização.

Lília Irmeli Arany Prado,
Observatório do Valongo,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Como funcionam as estações espaciais?



Depois que o russo Yuri Gagarin foi ao espaço, em 1961, muitas outras espaçonaves levaram homens e mulheres para a órbita terrestre. Girando em torno da Terra, esses astronautas viviam apenas em suas naves, lugares muito pequenos, apertados, onde era difícil comer, trabalhar dormir e, até mesmo, se divertir. Era preciso construir um lugar maior, mais confortável, onde os astronautas pudessem realmente viver e trabalhar na órbita terrestre: uma estação espacial.

Uma estação espacial é uma estrutura artificial criada para permitir a permanência humana no espaço por semanas, meses ou até anos. Os astronautas, dentro das estações espaciais, realizam as mais diversas investigações científicas, como os efeitos no corpo humano de longos períodos de permanência no espaço.

Os russos criaram, nos anos 1970, a primeira estação espacial, que recebeu o nome de *Programa Salyut*. O programa foi composto de sete estações orbitais. A primeira *Salyut* foi lançada em 1971, e a última em 1982. As *Estações Salyut* eram todas relativamente simples, formadas por um único módulo. Paralelamente ao programa russo, os Estados Unidos lançaram, em 1973, a *Skylab*. A estação americana chegou a receber missões tripuladas, mas se destruiu inesperadamente em 1979.

O *Programa Salyut* prosseguiu e, em 1986, foi sucedido pela *Estação Espacial Mir*, que significa, ao mesmo tempo, "paz", "mundo" e "universo", em russo. A *Mir* foi a primeira estação de pesquisa científica habitada permanentemente no espaço. Depois de várias colaborações conjuntas, ela se tornou internacional, permitindo a acessibilidade a astronautas de diferentes países. Diferentemente da *Salyut*, a *Mir* foi construída a partir da junção de vários módulos, enviados separadamente para a órbita terrestre entre 1986 e 1996. Na verdade, ela foi concebida para se manter no espaço só até 1991, mas continuou em funcionamento por mais dez anos, até 2001. A *Mir* permaneceu no espaço a 400 quilômetros de altitude. Cerca de vinte e cinco missões russas e trinta internacionais foram feitas, somando 103 visitantes. Ao todo, 14 mil experimentos científicos foram realizados.

Depois da experiência adquirida com os programas *Salyut* e *Mir*, chegou a vez da *Estação Espacial Internacional*, um projeto ainda em construção, liderado pelos Estados Unidos, mas que nasceu graças ao esforço e à cooperação de vários países. Sua montagem iniciou-se em 1998. Ela também está na órbita da Terra a cerca de 400 quilômetros da superfície do nosso planeta e o mais curioso é que pode ser vista daqui, a olho nu. Idealizada para ser o maior habitat humano extraterrestre, a *Estação Espacial Internacional* é capaz de atuar no suprimento de energia, suporte de vida e controle de ambiente, altitude e orientação. Ela tem também módulos, como o de pesquisa científica e o de habitação. Enfim, uma estação espacial funciona como local de trabalho e hospedagem no espaço!

Por que aquecer e alongar antes de praticar exercícios?



O jogador está no banco de reservas e dá um pulo quando o treinador avisa: “Você, pode aquecer para entrar em campo.” Um friozinho sobe pela espinha e o atleta fica animadíssimo! Dá uma corridinha, estica pra lá, puxa pra cá. Esses movimentos iniciais que parecem sem importância são fundamentais antes de se praticar exercícios. Quer saber o porquê? Então, em posição. Vamos lá!

O organismo precisa se preparar para a prática de qualquer atividade física. Para isso, é indispensável o famoso “aquecimento”. Com movimentos específicos, como pequenas corridas com duração de quatro a cinco minutos, a circulação sanguínea e a temperatura do nosso corpo aumentam, avisando ao organismo que é hora de se exercitar. Assim, os músculos em maior atividade receberão doses extras de oxigênio e nutrientes, como a glicose, garantindo um bom desempenho.

Além do aquecimento, é necessário, também, o alongamento dos músculos, que deve ser a primeira etapa do aquecimento. Ele prepara determinadas partes do corpo – como braços e pernas – para um certo exercício. Quem pratica natação, por exemplo, além do aquecimento, precisa de exercícios específicos para alongamento dos músculos dos braços, porque o esforço na água exigirá muito deles. Agindo assim, lesões dolorosas podem ser evitadas, como estiramento muscular, que causa danos na

estrutura do músculo. Na verdade, a dor que sentimos é uma proteção do nosso corpo, ou seja, ele indica que alguma parte do corpo está sendo agredida. Por isso, devemos respeitar este aviso, dando repouso à parte afetada. Exercício que causa muita dor não é correto, nem saudável.

Agora, você já sabe, aquecer o corpo e alongar os músculos são práticas muito importantes para quem quer se exercitar. Antes de entrar em quadra, campo ou piscina, prepare-se. Assim, você evita dores desagradáveis, contusões graves, que podem impedir ou comprometer sua vida de atleta (mesmo que seja de “atleta de fim de semana!”). Para quem pratica ou pretende praticar exercícios regularmente – vale lembrar que todo mundo deve fazer isso! –, é sempre recomendável o acompanhamento de um profissional, como o preparador físico. Ele saberá quais exercícios são adequados para o esporte escolhido.

Antes de encerrar a conversa, uma dica: caminhar é uma forma natural de aquecimento que se pode praticar livremente. Sem exageros, é claro!

Antônio Carlos da Silva,
Departamento de Fisiologia,
Universidade Federal de São Paulo.
Cátia Abreu,
Ciência Hoje/RJ.

Ilustração Fernando

Por que as aves não têm dentes?



"Nem quando a galinha criar dentes!" Já ouviu esta frase? Ela é usada para expressar algo absurdo. Quando pronunciada, fica bem claro que o fato nunca vai acontecer. É uma frase bem bolada, porque as aves jamais criarão dentes. Sabe por quê?

Na verdade, as aves de hoje é que não têm dentes. Elas perderam os dentes ao longo da evolução, que é o processo de modificação das espécies ao longo do tempo. Mas seus ancestrais – pequenos dinossauros corredores, aparentados ao *Tyrannosaurus rex*, e grande parte das espécies de aves já extintas, como o *Archaeopteryx lithographica*, a ave mais antiga de que se tem notícia – tinham dentes.

E por que as aves perderam os dentes? Elas têm bicos que têm a função de capturar o alimento. Dependendo da ave e do seu cardápio, o bico tem diferentes formas. Nas aves comedoras de grãos, como os curiós, o bico é grosso para poder quebrar as sementes; nas comedoras de insetos, como os bem-te-vis, ele é chato e rodeado de grandes bigodes, que ajudam a encurralar os insetos; nas carnívoras, como os gaviões, os bicos são cortadores, para arrancar pedaços de carne de outros animais; finalmente, nas piscívoras, como as garças, o bico tem forma de lança para capturar peixes.

Os mais curiosos devem estar se perguntando: e como as aves mastigam o alimento sem ter dentes? Anotem, então! Elas têm um estômago que substitui o trabalho dos dentes. Em geral, o estômago das aves é dividido em duas partes. A primeira é o estômago

químico, onde a comida recebe uma grande quantidade de ácidos chamados de enzimas digestivas, que começam a dissolver os alimentos. De lá, o alimento passa para a moela, que é cheia de músculos fortes, capazes de triturar tudo o que a ave come, substituindo o mastigar dos dentes.



Ilustração Nató Gomes

Assim, só nos resta uma conclusão: as aves não têm dentes porque elas têm a moela! Mas as perguntas nunca acabam: quer dizer que tudo o que é inútil desaparece ao longo da evolução? Ou tudo que desapareceu era inútil quando existia? As respostas, se é que elas existem, são temas para outro dia de conversa!

Marcos Raposo e Renata Stopiglia
Setor de Ornitologia
Museu Nacional/UFRJ

Por que sentimos câimbras?



Ilustração A. Geifman

Correr, pular, andar de bicicleta, jogar bola... Para realizar tudo isso, você precisa da ajuda de seus músculos. Depois de passar o dia inteiro brincando e se exercitando muito, quem nunca parou de repente e gritou: Câimbra! Câimbra! Câimbra! Essa sensação dolorosa é, na verdade, uma contração muscular que acontece independentemente de nossa vontade. A câimbra não dura muito tempo e geralmente ocorre à noite. Por que será?

Para entender por que sentimos câimbras, primeiro é preciso saber um pouco mais sobre os nossos músculos e o seu funcionamento. Eles ajudam nos movimentos, na locomoção, sendo formados por células longas e finas chamadas de fibras musculares. Quase todos os músculos do corpo trabalham obedecendo a nossa vontade, mas pode acontecer algo que interfira no seu funcionamento normal e, por um pequeno intervalo de tempo, eles passem a trabalhar por conta própria. Esses movimentos involuntários musculares causam alterações como a câimbra.

As razões pelas quais sentimos câimbras ainda não são muito claras para a medicina. Sabe-se, porém, que elas estão relacionadas com a diminuição, em nosso organismo, dos níveis de minerais como cálcio e magnésio. Por isso, doenças do sistema motor ou infecciosas, como o tétano – que fazem o doente suar intensamente, a ponto de provocar a desidratação, isto é, a perda de grande quantidade de minerais através do suor –, costumam provocar câimbras.

As câimbras ocorrem, geralmente, durante a noite, após um dia de intensa atividade física. Mas elas podem acontecer também durante o dia, no meio de uma atividade física ou em momentos de relaxamento. A câimbra comum é como um apertão dado de repente, que contrai o músculo causando dor. Ela pode durar de poucos segundos a alguns minutos. As contrações noturnas costumam atacar mais os músculos do tornozelo, do pé e da panturrilha (ou batata da perna, como é mais conhecida).

Existem maneiras de aliviar a dor que sentimos no músculo com câimbra. Experimente massageá-lo e esticá-lo com força, assim a contração cede e você pode respirar aliviado. No entanto, o músculo pode permanecer dolorido e sujeito a outras câimbras. Neste caso, repita o procedimento e agüente firme!

Para saber mais sobre contração muscular, leia o artigo *Eles têm a força*, publicado na *CHC 95*.

Sandra da Costa Cuenca,
Departamento de Anatomia,
Universidade Metodista de São Paulo e
Centro Universitário Monte Serrat/Santos.
Juliana Plácido Guimarães,
Medicina Veterinária,
Centro Universitário Monte Serrat/Santos.



Talvez você ainda não tivesse certeza, mas só de se lembrar de alguns sonhos bem ricos em cores, detalhes e emoções, já devia suspeitar de que o cérebro não pára de funcionar enquanto dormimos. Por mais que a gente sinta que o corpo e a mente precisam do repouso de todas as noites, o cérebro, na verdade, continua funcionando. Mas de uma maneira diferente, é claro.

Passeando pela cidade, você já deve ter notado algumas lojas com placas penduradas com a seguinte frase: “Fechado para balanço.” Quer dizer que a loja está avaliando as atividades realizadas e fazendo um levantamento de tudo o que é necessário para continuar funcionando. Para que as vendas não atrapalhem o balanço, a loja precisa fechar suas portas por um dia. Do mesmo modo, quando você dorme, seu cérebro “fecha para balanço” e ignora tudo o que se passa do lado de fora, permitindo que você caia no sono mesmo com a televisão ligada, por exemplo. A cada noventa minutos, seu cérebro entra num período de intensa atividade interna, “ligando”, em pleno sono, suas zonas responsáveis por sensações, memórias e emoções: é o sonho que começa.

Mas por que o cérebro continua trabalhando enquanto o resto do corpo descansa? Segundo pesquisas feitas nos últimos anos, a função do sonho parece ser a de oferecer ao cérebro uma oportunidade de rever os acontecimentos importantes dos últimos dias. Boa parte dos estudos é feita em ratos de laboratório com alguns eletrodos implantados, que detectam a atividade dentro do cérebro. Por exemplo, enquanto os ratinhos

exploram um labirinto novo, uma região do cérebro deles cria um “mapa” dos lugares por onde passam. Quando eles adormecem e começam a sonhar (é, ratinhos também sonham!), o mapa recém-criado é “ligado” de novo – o que indica que os bichos estavam sonhando com o labirinto. Funciona tão bem que dá até para dizer, pelo ponto do mapa que está ativado, com que parte do labirinto o rato está sonhando...

Ter um mecanismo para reprisar os acontecimentos importantes já é bacana, mas, talvez, o mais importante do sonho aconteça em seguida, quando o cérebro parece decidir, na paz do sono, quais acontecimentos merecem ser registrados definitivamente, ou seja, quais ficarão na memória. Parte desse registro noturno provavelmente acontece durante a outra parte do sono, sem sonhos. Mas nem aí o cérebro fica de boabeira, descansando. É nessa fase que ele produz novas substâncias que vão ajudar a construir mais ligações entre as células do cérebro para guardar tudo na memória.

Por isso, hoje acredita-se que o sono, com sonhos e tudo, é essencial para fixar na memória o que se aprende durante o dia. Ou seja, é preciso dormir – e sonhar – para realmente aprender. E você que pensava que a aula acabava quando o sinal da saída tocava... Pois até sonhando o cérebro trabalha no dever de casa!

Suzana Herculano-Houzel,
Museu da Vida – Fiocruz,
O Cérebro Nosso de Cada Dia,
<http://www.cerebronosso.bio.br>



Elas estão por toda parte. Nos cantos da parede, em algum móvel velho, embaixo da cama, no jardim... Seus fios formam desenhos que encantam nossos olhos. Procure atentamente e você deve encontrar uma teia! Que elas são feitas por aranhas todos já sabem. Mas por que as aranhas fazem teias?

A resposta está na barriga da aranha. Bem na ponta no abdome dela, existe um par de órgãos que produzem fios de seda, que formam a teia. Assim, ela solta o fio e vai tecendo, com a ajuda de algumas de suas oito pernas, um emaranhado que pode ter muitos formatos. Cada espécie faz uma teia diferente.

As teias têm várias utilidades para as aranhas. Caçar, proteger seus ovos ou mesmo fazer abrigos. As aranhas que produzem teias para caçar são as mais observadas. Você já deve ter visto algum bicho grudado em uma teia. É que ela é coberta por uma substância grudenta. Assim, o inseto que voa desavisado pode esbarrar em uma delas e ficar preso em seus fios. Se isso acontecer, já era! Ele certamente será devorado, pois todas as aranhas são predadoras, nenhuma é vegetariana!

As aranhas utilizam suas teias até para armazenar os alimentos. Se algum bicho fica grudado e ela está sem fome, não o dispensa. Guarda o petisco bem enroladinho em um casulo de seda para comer mais tarde.

Existem, ainda, as aranhas que usam sua seda para escapar de animais que adoram comê-las, como pássaros, sapos e, até mesmo, alguns insetos. Para se livrar do perigo, entre outras artimanhas, algumas espécies fazem uma teia em forma de funil, que tem uma dupla função: a ponta maior serve para caçar e a ponta menor para se esconder; assim, ela tem cozinha e quarto na mesma teia.

Até mesmo os filhotes das aranhas usam seu fio. Algumas espécies, principalmente as que vivem em áreas mais abertas, como nos cerrados do centro do Brasil, utilizam suas teias de maneira espetacular. Assim que deixam os ovos, fazem um fiozinho e prendem a ponta em um pedacinho de folha ou, até mesmo, em outro fio. Aí, as pequenas aranhas soltam uma ponta e seguram a outra. Como a seda é muito leve, o vento pode levá-las para longe, como se estivessem viajando num balão. É assim que essas aranhas encontram novos alimentos para comer e outros lugares para fazer suas teias!



Ilustração Mario Bag

Felipe Bandoni de Oliveira,
Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo.