



**UNIRIO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

**NAHYA PAOLA SILVA DE SOUZA**

**O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS CLUBES DE CIÊNCIAS NA  
PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO  
AMBIENTE ESCOLAR**

RIO DE JANEIRO

2012

**NAHYA PAOLA SILVA DE SOUZA**

**O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS CLUBES DE CIÊNCIAS NA PERSPECTIVA  
DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO AMBIENTE ESCOLAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora:  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Guaracira Gouvêa de Sousa

RIO DE JANEIRO

2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Souza, Nahya Paola Silva de

O ensino de ciências e os Clubes de Ciências na perspectiva da alfabetização científica no ambiente escolar.

Rio de Janeiro, UNIRIO/ Programa de Pós-Graduação em Educação – 2012.

x, 139pp., 26il.

Dissertação de Mestrado – UNIRIO/ Programa de Pós-Graduação em Educação – 2012.

1. Educação. 2. Alfabetização científica. 3. Ensino de Ciências. 4. Experimentação. 5. Laboratório de Ciências.

I- Sousa, Guaracira Gouvêa de (orient.). II- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

NAHYA PAOLA SILVA DE SOUZA

**O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS CLUBES DE CIÊNCIAS NA PERSPECTIVA  
DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO AMBIENTE ESCOLAR**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA  
RIO DE JANEIRO, 31 DE AGOSTO DE 2012.

---

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> GUARACIRA GOUVÊA DE SOUSA – UNIRIO  
ORIENTADORA

---

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MARIA AUXILIADORA DELGADO MACHADO – UNIRIO  
MEMBRO INTERNO

---

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> GLÓRIA REGINA PESSÔA CAMPELLO QUEIROZ – UFF  
MEMBRO EXTERNO

A quem mais poderia dedicar este trabalho senão a Deus, que me sustentou mesmo quando  
achei que não iria conseguir?

*“Digno és, Senhor, de receber glória, e honra, e poder; porque tu criaste todas as coisas, e por tua  
vontade são e foram criadas.”*  
*Ap 4:11*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me criado, e me concedido a inteligência e o vigor da vida.

Ao meu pai Neildo (*in memorian*) e minha mãe Matilde, pelo apoio quando as pernas ainda bambeavam. É por causa deles que hoje estico as pernas e trilho caminhos com certeza e afinco.

Ao irmão, José Octávio, que ajudou quando eu estava precisando. Muito obrigada!

Ao meu grande amor, Jorge, que tantas vezes me cobrou mais empenho na confecção desta dissertação e aos nossos muitos cachorros, Piratinha, Naara, Mirra, Thova, Nicolý, entre tantos outros, que me proporcionaram mil momentos de descontração para que eu voltasse revigorada aos teóricos e à escrita.

Aos muitos amigos – que não nomearei para não pecar em esquecer alguém –, que apoiaram todo o processo, o caminho, o parto deste trabalho! Quantas vezes me convenceram que eu estava no caminho certo! Quanto sufoco me economizaram!

A toda a equipe do Colégio Cruzeiro Jacarepaguá: os diretores, as coordenações, os professores e todos os funcionários que me ajudaram a concretizar esta pesquisa, sempre dispostos a ajudar quando precisei.

Pensei muito e decidi incluir uma pessoa nestes agradecimentos: minha professora de Ciências da 5ª série. Minha professora Denise tem muita participação neste trabalho, indiretamente. Ao escrever um email para ela recentemente quase cheguei às lágrimas. E foi quando percebi *realmente* como um professor é importante na vida de um aluno. Essa professora me marcou da melhor forma possível, sendo rigorosa, amorosa, dedicada. A ela dedico meu carinho, meu sucesso como professora e a certeza de estar na profissão certa.

E por fim, pois dizem que os últimos são os primeiros, à minha apaixonante orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Guaracira Gouvêa de Sousa, com quem aprendi que a idade é experiência, que estudar serve para reflexão – e não para chateação – e, acima de tudo, que o pensamento é o que temos de mais valioso. Obrigada pelos conselhos, pela ajuda, pela infinita paciência, pelos sorrisos inesperados. Este trabalho nem precisa ser dedicado a você, ele na verdade é metade seu! Você vai ficar no meu coração para sempre!

“Quem for fundamentalmente um mestre apenas toma a sério tudo o que se relaciona com  
seus discípulos, incluindo a si próprio”

FRIEDRICH NIETZSCHE

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo relacionar os projetos do Clube de Ciências de 6º e 7º anos do ensino fundamental II de uma instituição de ensino privada com os processos de alfabetização científica que o permeiam, que colaboram para o aprendizado dos alunos participantes de conceitos científicos e a aplicação destes. Para tal, os projetos foram analisados quanto a duas perspectivas de alfabetização científica: a primeira em relação ao ambiente escolar, baseada em Bybee (1995); e a segunda, em relação à formação dos estudantes como cidadãos, baseada em Shen (1975). Além desta análise, os projetos tiveram suas diversas aulas classificadas quanto à intencionalidade: quatro tipos de experimento, baseado no estudo de Moraes (1998) foram usados nesta análise. Concluiu-se que a maior parte das atividades dos projetos do clube de ciências do 6º ano é dedutivista-racionalista, enquanto as do 7º ano são construtivistas – isto é resultado de um planejamento voltado para a participação e engajamento dos alunos. Os projetos do 6º ano foram classificados como promotores da alfabetização científica cidadã cívica e alfabetização científica escolar funcional e conceitual processual; os projetos do 7º ano foram classificados como promotores da alfabetização científica cidadã cívica e alfabetização científica escolar funcional e multidimensional. De acordo com Driver (1986), estes resultados se enquadram numa visão construtivista, pois os estudantes se tornam responsáveis pela sua aprendizagem; de acordo com Hurd (1998), se enquadram como contra-propostas do tipo de currículo convencional (não aplicado às problemáticas atuais) ao largo encontrado em nossas escolas; e, de acordo com Laugksch (2000) constituem um enfoque sociológico, pois abrange possibilidades de interações entre o conhecimento advindo da ciência com o conhecimento sobre ciência dos alunos.

Palavras- chave: clube de ciências, alfabetização científica, experimento, construtivismo.

## ABSTRACT

This work aims to establish a relationship between the Science Club projects of a private middle school and the science literacy deployment in its activities, which improve students' learning and use of scientific knowledge. In order to achieve this goal, the science club projects were analyzed regarding two perspectives of scientific literacy: the first towards school environment, based on Bybee (1995); and the second towards the citizen shaping, based on Shen (1975). Besides, projects were evaluated concerning the experimentation intent: four categories were established based on Moraes (1998) studies. The analysis showed that most of the projects' experimental activities are deductivist-rationalist and constructivist, configuring the outcome of a student-centered planning. The 6<sup>th</sup> grade projects themselves were tagged as civic citizen scientific literacy and functional and conceptual procedural scholar scientific literacy developers. According to Driver (1986), those findings include them in the constructivist perspective because the students became much more responsible for their own learning. According to Hurd (1998), they fit in a status that goes the opposite direction to what's being found in our schools nowadays (a curriculum poorly related to current problems of human society). Ultimately, according to Laugksch (2000), they are constituted as of a sociological approach, for they embrace a great number of possibilities of interaction between scientific knowledge arising from science itself and the one already seized by students.

Key-words: Science Club, scientific literacy, experiment, constructivism.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AC: alfabetização científica

ACP: alfabetização científica prática

ACC: alfabetização científica cívica

ACCu: alfabetização científica cultural

ACF: alfabetização científica funcional

ACCP: alfabetização científica conceitual e processual

ACM: alfabetização científica multidimensional

ED: experimento demonstrativo

EEl: experimento empirista-indutivista

EDR: experimento dedutivista-racionalista

EC: experimento construtivista

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>INTRODUÇÃO</b>	02
1- OBJETIVOS	
1.1. GERAL	06
1.2. ESPECÍFICO	06
<b>CAPÍTULO 1: REFERENCIAIS TEÓRICOS E DISCUSSÕES PERTINENTES</b>	
1- CIÊNCIA E PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO	
1.1. CIÊNCIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA	08
1.2. CONHECIMENTO CIENTÍFICO E ESCOLAR	13
2- ENSINO DE CIÊNCIAS	
2.1. HISTÓRICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	18
2.2. ENSINO DE CIÊNCIAS NA ATUALIDADE	24
3- A EXPERIMENTAÇÃO NA ESCOLA	
3.1. O AMBIENTE ESCOLAR	27
3.2. A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	29
3.3. O LABORATÓRIO ESCOLAR	34
3.4. OS CLUBES DE CIÊNCIAS	40
<b>CAPÍTULO 2: PORQUE O COLÉGIO CRUZEIRO?</b>	
1- CARACTERIZAÇÃO E FILOSOFIA	44
2- O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: HISTÓRICO	47
3- OS CLUBES DE CIÊNCIAS DO COLÉGIO CRUZEIRO	49
4- CLUBE DE CIÊNCIAS DO 6º ANO	51
4.1- EIXO “O AR QUE RESPIRAMOS!”	53
4.2- EIXO “INDO NA ONDA DA ÁGUA”	60
4.3- EIXO “NA TERRA TEM DE TUDO”	68
5- CLUBE DE CIÊNCIAS DO 7º ANO	75
5.1- EIXO “MEIO AMBIENTE E OS SERES VIVOS”	75
5.2- EIXO “FORMANDO ZOÓLOGOS”	83
5.3- EIXO “VERDE QUE TE QUERO VERDE”	90
<b>CAPÍTULO 3: COMO ENTENDER A CONTRIBUIÇÃO DESSES CLUBES PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?</b>	
1- DEBATE COM OS ALUNOS	98
2- MÉTODOS DE ANÁLISE DOS PROJETOS	103
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	
1- REFLEXÕES SOBRE AS ANÁLISES	107
2- CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	123
<b>ANEXO I: TABELAS EXPLICATIVAS</b>	128

# INTRODUÇÃO

*"A persistência é o menor caminho do êxito"*

CHARLES CHAPLIN

Este trabalho é fruto de uma grande vontade de entender certos pontos referentes ao meu trabalho diário na educação. A meu ver, o ensino de ciências carece de determinados momentos de conscientização e de reflexão em relação aos procedimentos e atitudes tomadas. Muitas vezes, estas são passadas dos mais profissionais velhos aos mais novos sem muito conhecimento do por que destes procederem.

São justamente esses procederem – que por diversas vezes ouvi, de colegas de trabalho com experiência de muitos anos de magistério, serem muito bons, essenciais na verdade, para o ensino de ciências – que me levaram a questionar a validade da minha ação como professora. Uma vez li, na internet, uma pequena história que se encaixa bastante nesta pequena introdução.

#### Os Cinco Macacos

Um grupo de cientistas colocou cinco macacos numa jaula. No meio dela, uma escada e sobre ela um cacho de bananas. Quando um macaco subia na escada para pegar as bananas, os cientistas jogavam um jato de água fria nos que estavam no chão.

Depois de certo tempo, quando um macaco ia subir a escada, os outros o pegavam e o enchiam de pancada. Com mais algum tempo, nenhum macaco subia mais a escada, apesar da tentação das bananas. Então, os cientistas substituíram um dos macacos por um novo. A primeira coisa que ele fez foi subir a escada, dela sendo retirado pelos outros, que o surraram. Depois de algumas surras, o novo integrante do grupo não subia mais a escada.

Um segundo foi substituído e o mesmo ocorreu, tendo o primeiro substituto participado com entusiasmo na surra ao novato. Um terceiro foi trocado e o mesmo ocorreu. Um quarto, e afinal, o último dos veteranos foi substituído, sendo o novo integrante surrado, como os seus predecessores.

Os cientistas então ficaram com um grupo de cinco macacos que, mesmo nunca tendo tomado um banho frio, continuavam batendo naquele que tentasse pegar as bananas. Se possível fosse perguntar a algum deles porque eles batiam em quem tentasse subir a escada, com certeza a resposta seria: "Não sei, mas as coisas sempre foram assim por aqui".

Ao ler essa história de origem desconhecida (pelo menos para mim) pela primeira vez, acabei por me reconhecer num dos macacos novos no meio dos macacos velhos. Muitas

vezes, pude ver que algumas práticas eram negligenciadas, ignoradas, por não terem sido satisfatórias ou bem vistas em tempos anteriores a mim e ao meu trabalho na instituição. No entanto, eu sempre era privada da tentativa. Nem tentar me era permitido, pois a tentativa poderia resultar num novo fracasso. Mas... E se a tentativa levasse a um sucesso inesperado? A novos resultados que surpreendessem?

E daí surgiu a minha vontade de entender como o meu trabalho, mais especificamente o meu esforço em levar a cabo uma atividade extensivamente trabalhosa como é o Clube de Ciências (e tida como essencial pela escola onde eu a desenvolvia, sem esta me apresentar justificativas para tal afirmação), se refletia em um ensino consciente e reflexivo das ciências da natureza nos meus alunos do Ensino Fundamental II.

Essa inquietação começou muito antes de eu me encontrar na posição de aluna de mestrado na UNIRIO, e foi reforçada ao entrar no programa da pós-graduação e ter contato com a filosofia da ciência, os fatores históricos e atuais que regulam o ensino, enfim, ao começar a aprender que a educação é mais que aluno, professor e escola.

Na verdade, esta dissertação de mestrado foi primeiro estruturada como um estudo da concepção de ciências dos alunos participantes dos Clubes de Ciências. A parte que considerava mais delicada – conseguir a autorização dos pais para condução das entrevistas e uso dos depoimentos e imagens dos alunos – foi a de mais fácil obtenção. Um grande percalço inesperado foram as duas grandes mudanças no governo da escola: nestes dois anos de mestrado a direção do colégio foi alterada duas vezes. E a cada mudança, um novo processo de autorização da instituição era necessário.

Com esta última direção – que assumiu no início do ano letivo de 2012 – tive a mesma conversa que com as anteriores, explicando o que desejava fazer como pesquisa na escola e pedindo o apoio para a condução do projeto. O apoio “moral” me foi concedido na hora. Mas as autorizações... Estas demoraram. Eu e minha orientadora havíamos pensado em uma determinada estrutura para os grupos focais que faríamos, e esta estrutura requeria mais alunos dos que já estavam autorizados pelos pais. Era preciso mais alunos, que precisariam estar autorizados pelos seus pais. E a autorização precisaria ser feita via escola – via os diretores. Essa autorização – obviamente assinada e carimbada – não me chegou às mãos, por maior que tenham sido meus esforços – a escola, por ser grande em número de alunos, tem uma demanda muito intensa de reuniões com as coordenações e com os pais de alunos, e por isso passei semanas tentando marcar uma reunião com os diretores, na tentativa de obter a autorização necessária para encaminhar aos pais, mas minhas tentativas foram em vão.

Tentamos – eu e minha orientadora – manter nosso projeto, já idealizado e inicialmente concretizado (textos previamente escritos, modelos dos grupos focais previamente estabelecidos), mas a não obtenção da autorização assinada pela direção nos impossibilitou de formar grupos focais consistentes e válidos, visto que a quantidade de alunos que já estavam autorizados pelos responsáveis legais se limitava a sete alunos do 9º ano, um aluno do 8º ano e uma aluna do 7º ano – um grupo incompatível com os nossos objetivos.

Desta maneira, uma nova inquietação foi colocada sob o holofote. Os projetos do clube de ciências em si não mais em relação à concepção de ciências dos alunos, mas em relação aos processos de alfabetização científica (AC) que permeiam suas atividades (que em última instância se infiltram de alguma forma na concepção de ciências dos alunos, mas esta não seria mais uma de nossas perguntas). Bastaria para este novo projeto o acesso aos projetos originais do clube – item ok! – e a complementação com novas leituras – item que se constituiu uma corrida contra o tempo: muitas literaturas, principalmente as mais antigas, não estiveram ao meu alcance e por isso, me referi a elas baseada em trabalhos afins.

Na tentativa de começar a fazer as perguntas que ainda estava elaborando em minha mente e em meu projeto, organizei um debate – fundamentado nos parâmetros de um grupo focal – com meus ex-alunos de Clube de Ciências (os nove já autorizados pelos pais), esperando ouvir o que teriam a dizer. Este debate configurou um estudo exploratório da percepção dos estudantes do clube acerca das aulas e de alguns tópicos a respeito de ciências. E o que eu ouvi me serviu de gatilho para definir no papel as perguntas que queria responder. O debate me serviu como modelador para as questões deste trabalho. Ao longo dele, muitas dificuldades surgiram e mudei de ideia algumas vezes. Mas, ao final da pesquisa, o falecimento do meu pai, por mais dolorido, sofrido, abrupto que tenha sido, foi um clareador de ideias.

Meu objetivo ao começar o mestrado era estudar o ensino das ciências da natureza. Hoje em dia, vejo que o que devo estudar – e realmente estudo – é o ensino e a aprendizagem das ciências da natureza, e de maneira muito específica, pois os alunos que aprendem as ciências da natureza no ensino fundamental não são os mesmos que a aprendem no ensino médio, e assim por diante.

Com esta pequena introdução, fique o leitor preparado para uma viagem nos pontos considerados importantes na construção de uma reflexão um pouco mais aprofundada sobre o ensino de ciências, bem como uma tentativa de mostrar o que é ou poderia ser a aprendizagem escolar de ciências influenciada ou alavancada pela alfabetização científica.

Para dar conta, então, desta tentativa e narrar a pesquisa conduzida, a dissertação foi organizada da seguinte forma:

- No capítulo 1 serão apresentados os pontos teóricos pertinentes ao assunto desta pesquisa, como os fundamentos e origem das ciências da natureza, o conceito de alfabetização científica, dentre outros;
- No capítulo 2, falarei sobre o Colégio Cruzeiro e os Clubes de Ciências desta instituição, descrevendo-os;
- No capítulo 3, estão apresentadas as metodologias de análise dos projetos e o debate com os alunos;
- No capítulo 4, o último, apresento o resultados, as discussões e considerações finais.

## 1- OBJETIVOS

### 1.1- OBJETIVO GERAL

Categorizar e analisar os projetos dos Clubes de Ciências do 6º e 7º anos do ensino fundamental II de uma instituição privada da educação básica de acordo com os processos de alfabetização científica que ocorrem durante as aulas práticas, analisando estas mediante a concepção de atividade experimental.

### 1.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ≈ Categorizar, de acordo com concepções de alfabetização científica de duas diferentes vertentes (para formação cidadã e no ambiente escolar), as atividades dos projetos dos Clubes de Ciências de 6º e 7º anos desenvolvidos no Colégio Cruzeiro.
- ≈ Analisar os projetos dos clubes de ciências do 6º e 7º anos quanto à sua eficácia/interferência nos processos de aquisição dos conhecimentos científicos e na formação cidadã dos alunos.
- ≈ Analisar os conceitos científicos específicos inerentes às atividades dos projetos do Clube de Ciências do 6º e 7º anos em relação à de que forma são trabalhados e a como se inserem nos experimentos.
- ≈ Relacionar as aulas práticas dos clubes de ciências do 6º e 7º anos com as concepções de atividade experimental.
- ≈ Propor melhoras nos projetos dos clubes de ciências do 6º e 7º anos do ensino fundamental II da instituição baseados nos resultados encontrados.

**CAPÍTULO 1:**  
**REFERENCIAIS TEÓRICOS & DISCUSSÕES PERTINENTES**

*"Nós começamos confusos e terminamos confusos num nível mais elevado"*

PROVÉRBIO POPULAR

1- CIÊNCIA E PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO

1.1. CIÊNCIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

O homem é um dos muitos animais que, evolutivamente, obteve sucesso ao formar bandos, que se cuidavam, protegiam e alimentavam mutuamente. Esse convívio (juntamente com outras características intrínsecas à espécie) fez com que, ao longo de milhares de anos, o homem fosse capaz de produzir e acumular conhecimentos. Desde o conhecimento do clima, da manipulação do fogo, até o conhecimento musical, científico e tecnológico. Quando, citando um exemplo, Beethoven disse que *"O peito está cheio de muitas coisas para dizer-te. Há momentos em que me parece que o idioma não é suficiente"*<sup>1</sup>, ele se referia à música e ao idioma, o inglês. Ambos, formas de conhecimento produzidas pelos seres humanos ao longo de uma história evolutiva de milhares de anos.

Desta maneira, existem muitas formas diferentes de conhecimentos: a música, a escrita, os esportes, as tradições. Podemos apontar, dentre estes saberes produzidos historicamente, a ciência e a filosofia como exemplos de caminhos encontrados pela sociedade humana para saciar sua sede por respostas aos questionamentos que envolviam os eventos do cotidiano. O homem é capaz de notar em seu ambiente as questões que o favorecem ou desfavorecem e, por isso, questionar-se a respeito delas. A ciência toma corpo, então, quando se torna **uma forma** de conhecimento derivado desse questionamento, configurando um modo de trabalhar (Roden & Ward, 2010). Segundo Bourdieu (2004), a ciência é um conjunto de conhecimentos produzidos com uma determinada racionalidade, a partir de uma determinada maneira de pensar e fazer. Sendo assim, se a ciência resulta de *uma* dessas maneiras, é possível a existência de diferentes ciências, que serão, desta forma, definidas pela natureza do seu objeto, sua coleta e análise de dados e o desenvolvimento das ideias decorrentes dos três passos anteriores.

Em nossos tempos modernos, a ciência encontra-se, mediante julgamento do senso comum, envolvida em uma névoa de mérito apenas por conferir às coisas o termo de científico, tornando-as, assim, comprovadamente confiáveis, consideradas mais pela "fama"

---

<sup>1</sup> Fonte: [http://www.mensagenscomamor.com/frases\\_de\\_musicos.htm](http://www.mensagenscomamor.com/frases_de_musicos.htm). Acessado em: 14.01.2012.

do que pelas qualidades científicas (Bourdieu, 2004). Este mesmo autor, ao se referir ao "carisma" da ciência, no tocante aos cientistas em si, afirma que ela é:

(...) Um poder específico, "prestígio" pessoal que é mais ou menos independente do precedente, segundo os campos e as instituições, e que repousa quase que exclusivamente sobre o reconhecimento, pouco ou mal objetivado e institucionalizado, do conjunto de pares ou da fração mais consagrada dentre eles. (p.35)

Mas o que é que confere à ciência esse caráter tão especial? (Chalmers, 1993).

Muitos campos de conhecimento intitulam-se ciência, talvez para desfrutar do mesmo prestígio que a ciência dispõe. Na verdade, a ciência não tem características especiais que a tornem superior a outros conhecimentos, como o popular, o místico e mítico <sup>2</sup>. A ciência, desde que surgiu como produção humana, vem construindo sua própria história, tornando-se um fato histórico construído processualmente mediante o diálogo entre razão e empiria, entre teoria e experimentação (Lopes, 2007). A ciência tem um passado que, se ligado ao presente, pode dar a noção de um *continuum*. Isso significa dizer que a ciência não se estabeleceu como um conjunto de conhecimentos que ao longo do tempo foram sendo substituídos, mas sim elaborados, ora tornando-se mais complexos, ora tornando-se mais simples. Do que também deve-se dizer que isso não significa que entender o conhecimento do passado colabora para o entendimento do conhecimento atual, como se, por dedução ou indução <sup>3</sup>, o passado estivesse ligado hierarquicamente ao presente, e nem que as explicações já elaboradas devessem ser formulações simplificadas e erradas do presente, como se só houvesse um número limitado de explicações para os eventos naturais que rodeiam a sociedade humana (Bizzo, 1992). Independentemente de como essas mudanças se deram, a ocorrência delas deixou um registro histórico de como o pensamento científico foi estimulado a evoluir. Como Bizzo (1992) afirma:

O cientista de hoje olha o passado e reconhece alguns elementos familiares. No entanto, esses elementos podem estar inseridos noutro contexto que, além de não ser familiar, lhe desperta pouco interesse, (...). Isso significa que ele

---

<sup>2</sup> Ou seja, conhecimento não se reduz a conhecimento científico. O conhecimento científico é um conhecimento e não O conhecimento (Porto-Gonçalves, 2008).

<sup>3</sup> Acredito que seja saudável diferenciar indução de dedução. Baseada em Velasco (2010), os argumentos dedutivos são aqueles não-ampliativos, ou seja, a conclusão que se retira deles está implícita nas premissas do próprio argumento. Um exemplo dedutivo seria: "Se esquentar, usarei um vestido. Esquentou. Estou usando um vestido". Este é um argumento dedutivo válido. Os que são indutivos são os que têm a tendência de ser ampliativos, generalizando a conclusão retirada das premissas argumentativas para fora do próprio argumento. Um exemplo indutivo seria: "Vi muitos cisnes. Todos eram brancos. Todos os cisnes são brancos." Este é um argumento indutivo inválido.

irá, forçosamente, selecionar dentre os elementos disponíveis, aqueles que lhe são úteis para explicar o presente. (p.31)

Como o próprio autor cita, os cientistas atuais fariam escolhas em relação aos fatos do passado, o que caracteriza a ciência como sendo um empreendimento humano, e, por isso, a encararemos como um campo social de acordo com o defendido por Bourdieu (2004). O autor, em suas próprias palavras, determina o conceito de campo como sendo:

Um universo relativamente autônomo, de relações específicas. (Bourdieu, 1989, p. 65)

Ainda de acordo com essa definição, as relações imediatamente visíveis entre os agentes envolvidos no campo, ou seja, aquelas que primeiro são percebidas pelos olhares externos, muitas vezes escondem as relações objetivas entre as posições ocupadas por estes, dificultando o entendimento de que são estas posições que determinam tais interações (Bourdieu, 1989).

Mediante esta definição, é possível enxergar diversas áreas da sociedade humana como campos. As artes, a religião, a política são exemplos. O campo social é o que engloba todos os outros. Neste campo, doravante apontado como mundo social, os seres humanos determinam, em conjunto com seus pares, o corpo de regras éticas, os protocolos processuais, os modos de comportar-se e conviver. Nele, encontram-se as esferas de produção de conhecimentos, que são perpetrados em um ambiente histórico, influenciado pela política, pela economia, dentre outros fatores reguladores.

A ciência é um mundo social composto pelos seus indivíduos, os cientistas. É possível fazer esta afirmação porque também é possível traçar um paralelo entre as realidades de produção do mundo social dos seres humanos em geral e do mundo social dos cientistas. Dentre muitos outros exemplos, podemos apontar que, enquanto na sociedade existem agentes que criam os espaços nos quais os seres humanos podem atuar, no mundo social científico existem os agentes que determinam as linhas de pesquisa nas quais os cientistas precisarão se enquadrar. Enquanto na sociedade há certa estrutura funcional que precisa ser preenchida e respeitada, na esfera científica isso também procede <sup>4</sup>.

Desta forma, Bourdieu afirma que a ciência é um mundo social delimitado pelas imposições e solicitações de seus próprios agentes. Ou seja, ela tem suas próprias demandas,

---

<sup>4</sup> É claro que ciência e sociedade são diferentes. Citando um exemplo podemos dizer que, enquanto no mundo social existe um órgão regulatório responsável por distribuir auxílios financeiros para famílias de baixa renda, mediante a avaliação de sua renda mensal, existe um órgão regulatório responsável por distribuir auxílios financeiros para as linhas de pesquisa mediante sua relevância.

seus códigos de ética, seus protocolos de comportamento e regras de convivência. Estas, por serem particulares e específicas do mundo social em questão, são relativamente independentes das pressões, imposições e solicitações do mundo social global onde está inserido.

Isso significa dizer que a ciência tem seus meandros, suas formas de legitimação, sua ética, enfim, seu conjunto de regras de convívio que independem da cultura e das formas de legitimação de conduta externas. É claro que, em última instância, a ciência é delimitada e determinada pelo mundo social global onde está inserida, pois seus atores são seres sociais globais antes de serem seres sociais cientistas. Exemplificando estas afirmações, poderíamos citar uma situação na qual um grupo de pesquisadores avalia outro grupo. Considerando que ambos podem trabalhar com objetos de estudo diferentes, o que capacita aquele primeiro grupo a avaliar o segundo? De acordo com Bourdieu, o que os capacita é o *status* que a própria pesquisa científica lhes concedeu, ao longo de suas carreiras. Note que estes mesmos cientistas, que nesta situação desfrutam de um *status* de avaliadores, um dia foram avaliados por outros cientistas que, na época em que a avaliação ocorreu, eram considerados capazes de julgar a relevância/ importância das novas pesquisas que surgissem <sup>5</sup>.

Como Bourdieu (2004) explica a ciência não se dirige em qualquer direção, como se seu objetivo fosse pesquisar e entender qualquer evento aleatoriamente. Ela não é neutra, ou seja, não é perpetrada mediante uma intencionalidade imparcial da comunidade científica, com o objetivo de descobrir a verdade sobre qualquer coisa.

Há de se dizer também que a ciência, ao mesmo tempo em que não é produzida por qualquer ser social, também não configura um “superpoder” do cientista, como se este fosse o “único” capaz de produzi-la. Ou seja, os conhecimentos produzidos pela ciência não são sempre necessariamente extraordinários por serem possíveis ou impossíveis, mas sim dependem da ação do cientista em relação ao estímulo ao qual a ciência é submetida, do momento em que ela é estimulada e por meio de quem isto acontece.

A ciência se orienta mediante as pressões dos órgãos que exercem poder internamente, no papel de órgãos regulatórios e mediante as pressões dos órgãos regulatórios externos (se bem que estes em menor escala). Quanto mais corroborada pelos órgãos regulatórios internos, mais autônoma a ciência se torna em relação às pressões sociais. Isso quer dizer que, quanto mais a regulação da qualidade de suas produções está internamente situada e dividida entre os próprios pares que compõem o grupo, que a aprovação ou reprovação, mais independente ela é

---

<sup>5</sup> Outro ponto a ser considerado/ lembrado é o parâmetro da própria avaliação, que é determinado internamente e muda conforme os postulados científicos vigentes.

das pressões sociais e dos órgãos de poder que poderiam fazer esse papel regulatório fora da esfera científica. No entanto, essa regulação interna não está a salvo de disputas de poder: os conflitos intelectuais configuram conflitos de poder. Um cientista de maior confiabilidade científica é um cientista de maior poder dentro do campo.

Como já explicitado anteriormente, Bourdieu afirma, em relação ao campo da ciência, que:

Assim, pelo fato de que sua autonomia com relação aos poderes externos jamais é total e de que eles são o lugar de dois princípios de dominação, temporal e específico, (...), é caracterizado por uma ambiguidade estrutural: os conflitos intelectuais são também, sempre, de algum aspecto, conflitos de poder. Toda estratégia de um erudito comporta, ao mesmo tempo, uma dimensão política e uma dimensão científica, e a explicação deve sempre levar em conta, simultaneamente, esses dois aspectos. (p.41)

Ainda que parcialmente livre das pressões sociais, a ciência tem de lidar com a retórica da demanda social, de forma a satisfazer essa demanda ao mesmo tempo em que fortifica e legitima a prática científica. Essa retórica pode ser caracterizada pela relação da ciência com a sociedade, no sentido de que, se é feita por cientistas, em uma dada sociedade, isso significa que os resultados encontrados por estes cientistas devem ser relacionados a esta sociedade, mesmo que eles sejam pouco relevantes quando diretamente inseridos no meio social. Um exemplo disso poderia ser a pesquisa relacionada à taxa fotossintética de determinada planta; tal estudo requeriria grande quantidade de recursos para que seus pesquisadores pudessem obter resultados satisfatórios; no entanto, a aplicação desses resultados não necessariamente é aplicável diretamente na sociedade, e sim serve de base para outros estudos científicos, na melhora da produção agrícola, dentre outros.

Falando especificamente das ciências da natureza, a racionalidade específica originou-se das primeiras formas de indagação e descobertas que o homem foi capaz de produzir, sendo estas referentes ao cotidiano do ambiente que o rodeava, como o nascer do sol, a existência da lua e das estrelas, o fato de os alimentos estragarem quando expostos a muito calor, as diferenças anatômicas entre homem e mulher, a existência ou não de uma (ou mais) entidade (s) que teria (m) inventado todas as coisas como elas são. Provou estas descobertas, derivadas dos questionamentos que surgiram, a partir experimentações que levavam a uma mesma forma de explicação.

Desta forma, podemos dizer que as ciências da natureza são uma das ciências mais exploradas desde a época dos filósofos. Elas, juntamente com as ciências exatas, possibilitaram o crescimento da sociedade humana e o avanço de tecnologias que ajudassem na melhoria dos modos de vida, para viver melhor e por mais tempo. Não quero dizer aqui

que as ciências da natureza foram as primeiras a surgir – até porque isto seria uma falácia –, mas foram elas que primeiro atraíram a atenção do homem para um estudo mais aprofundado, pois este estudo poderia trazer um benefício imediato para seu convívio social. É possível fazer esta afirmação quando pensamos, por exemplo, na época em que não havia meios de conservação dos alimentos. Os homens percebiam que o leite talhava quando guardado por muito tempo. Ao tentar colocar este leite guardado em diferentes lugares/ situações, tentando fazer com que o leite não estragasse, o homem elaborou, sem saber, metodologias baseadas em experimentação, o que podemos identificar como muito importante nas ciências da natureza. O resultado dessa experimentação, em curto prazo, foi a descoberta da melhor forma de estocar o leite, mas em longo prazo, podemos dizer que este, juntamente com outros resultados, proporcionou melhora nas condições de vida das sociedades.

## 1.2. CONHECIMENTO CIENTÍFICO E ESCOLAR

Ao contrário do que muitos cientistas podem querer afirmar, a ciência não produz conhecimentos naturais, nem verdades <sup>6</sup>. Estas são pretensões de verdade, provisórias, tornando as descobertas científicas uma verdade em processo (Moreira & Ostermann, 1993). Estes conhecimentos científicos e sua produção são determinados pelas relações de poder entre a sociedade capitalista e a ciência, e são corroborados pela fidedignidade que os próprios cientistas exigem de si mesmos, de suas pesquisas, tornando-a uma atividade coletiva social que não está concentrada apenas na busca da verdade pura e simplesmente, mas sim que tem uma direção apontada pela fonte que exerce o poder.

As descobertas científicas são produções humanas, permeadas por uma interação entre sentir, pensar e fazer (Moreira & Ostermann, 1993). Ao analisar cuidadosamente a figura 1, é possível entender que não há produção de conhecimento independente do seu produtor. Não há conhecimento que não seja determinado por fatores externos à “pureza de informações da natureza”, ou seja, independente das informações que possam estar contidas na natureza. É

---

<sup>6</sup> A verdade é um conceito filosófico que não tem definição clara, mas que é amplamente estudada e discutida mediante quatro frentes ou teorias diferentes: a Teoria da Correspondência: a verdade seria a representação mental adequada a realidade; a Teoria da Coerência: a verdade seria a compreensão completa da realidade; a Teoria Pragmática: a verdade é o ponto de vista mais útil por mais tempo; e, por fim, a Teoria da Eliminação da Verdade, na qual a verdade não apresenta aspectos teóricos relevantes. Para mais detalhes sobre as correntes filosóficas da verdade, ver Abe (1991). Em outras palavras, resumidamente, poderíamos dizer que a verdade é a adequação do intelecto ao real (Japiassú & Marcondes, 1996).

necessário um intérprete delas, e cada intérprete é diferente do outro, por causa das maneiras de pensar, fazer e sentir de cada um.

Não há também que chegar-se ao conhecimento científico por só um caminho: o do método científico. Este é tido como altamente imparcial, neutro e lógico, no qual, etapa por etapa, todos seriam capazes de chegar à verdade. No entanto, essa visão científicista ignora o que precede a metodologia científica. Ela só ocorre depois de uma reflexão e uma pergunta, e ambas “acontecem” na mente do cientista, e que o

compelem a elaborar hipóteses, teorias, as quais ele tentará provar ou refutar usando metodologias que são científicas por natureza. Os métodos usados, então, não são determinados logicamente, mas a partir da opinião e do “sentir” do cientista em relação ao seu objeto de estudo. De acordo com os resultados obtidos, o cientista fará inferências que, a partir da lógica, se estruturarão em premissas e conclusão, formando argumentos embasados em dados experimentais. Esses argumentos podem ser avaliados, seja esta uma avaliação lógica, material ou retórica – contrariando também a ideia de que o método científico é indutivo (argumentos indutivos não necessariamente, pela lógica, estão corretos, como afirma Velasco, 2010).

O conhecimento científico é uma forma de saber legitimada historicamente (Lopes, 2007), devido à sua aplicabilidade. Esta pode ter como principal ponto de significância sua capacidade, em prospecção, de proporcionar melhora gradativa e teoricamente constante das condições de vida da sociedade humana <sup>7</sup>, como já discutido anteriormente. As melhorias começaram pelo desenvolvimento de equipamentos e substâncias que facilitassem a cura de doenças e simplificassem as rotinas nos grupos sociais.

Ainda atualmente, o conhecimento científico se legitima por ser o pilar de sustentação das descobertas científicas, com a criação de novas máquinas, manipulação de produtos naturais, aumento na produção de alimentos, entre outros. O desenvolvimento das particularidades das ciências da natureza se traduz em novas verdades temporárias. Sendo

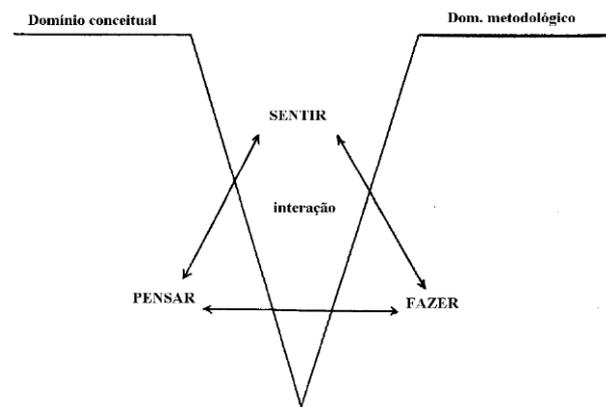


Figura 1: Processo de produção de conhecimento humano (retirado de Moreira & Ostermann, 1993)

<sup>7</sup> Muitas vezes a melhora que esse conhecimento científico proporciona pode causar danos irreparáveis a outros tipos de sociedades de seres vivos, visto que, para que haja condições de produção dos bens de consumo que esse conhecimento científico requer, recursos naturais são usados indiscriminadamente.

assim, é possível concluir que as descobertas das ciências da natureza, como verdade em processo, estão sempre mudando, criando elos de continuidade. Chegamos atualmente a uma complexidade tal nessas ciências que é preciso um grupo especializado tanto para continuar as pesquisas na área como para interpretar os resultados obtidos com os experimentos – apesar de estes grupos especializados serem altamente contraditórios, porque se mantêm e se “destroem” auto-regulativamente.

Como também afirma Kuhn (2009):

A ciência normal, atividade que consiste em solucionar quebra-cabeças, é um empreendimento altamente cumulativo, extremamente bem sucedido no que toca ao seu objetivo, a ampliação contínua do alcance e da precisão do conhecimento científico. (p.77)

Justamente por ser um empreendimento que exige ampliação dos conhecimentos científicos e a solução de quebra-cabeças, como Kuhn afirma, a interpretação desses novos dados, bem como seu entendimento – que gera uma visão adequada da natureza das ciências – ocorre mediante um processo de contextualização escolar, visto que os conhecimentos científicos são retirados de seu contexto – a academia – e colocados em um contexto diferente – a escola – no qual precisam ser interpretados.

Segundo Ledermann (1992, *apud* Lopes, 2007): “embora os currículos de ciências variem (...), todos eles se preocupam em desenvolver um entendimento adequado sobre a natureza da ciência (p.55)”, como forma de mostrar que, independente de qual seja o objetivo da educação em ciências, ela tem um objetivo intrínseco, que é o de dar a conhecer aos alunos o que é a ciência da natureza. As disciplinas escolares das ciências da natureza é que fazem esse papel de contextualização.

Existe uma relação inseparável entre a linguagem e a situação social na qual ela acontece. Sendo assim, a produção científica, da forma que é exposta ao mundo social, vem carregada da identidade da ciência e das relações entre os sujeitos, instituições e conhecimentos prévios deste meio (Martins, 2008). Para que estes conhecimentos sejam socializados em outro ambiente, que seja a escola neste caso, é preciso que adquiram novo sentido relacionado ao novo tipo de conhecimento que constituirão, o conhecimento escolar, pois virão carregados também de novos processos sociais de construção.

Um sistema de educação objetiva, então, abordar as necessidades dos indivíduos e da sociedade, para que seja considerado cumpridor de suas responsabilidades e que consiga produzir formas de comunicação entre a ciência e os cidadãos. Falando mais especificamente do conhecimento escolar, a maneira como as instituições de ensino “dão a conhecer” o que

são as ciências da natureza reflete as vertentes educacionais adotadas como teorias norteadoras do processo ensino-aprendizagem. Mais profundo que isso, a maneira como esse “dar a conhecer” acontece reflete as pressões sociais vigentes, que vão mudando historicamente e de acordo com o modelo econômico que impera. As concepções de ciência, então, podem ser formadas de maneira divergente nos alunos e nos professores e ser explicitada divergentemente nas propostas curriculares, sempre submetidas e subjugadas às políticas governamentais.

Como já falado anteriormente, a escola tem o papel de socializar/contextualizar os conhecimentos científicos, transformando-os em conhecimentos escolares através de um processo de transposição didática (Lopes, 1997; Lopes, 2007). Por ela, um objeto de saber a ensinar é transformado em objeto de ensino, traduzindo-os e reconstruindo-os a fim de que se tornem ensináveis e assimiláveis pelos mais diferentes alunos, como também afirma Pinho Alves (2002):

A transposição didática mais acessível (...) é aquela que ocorre no processo transformador do saber a ensinar ao saber ensinado. (p.2)

Ou seja, a transposição didática media os caminhos de transformação dos saberes até que estes cheguem a ser aprendidos: desde a construção do saber sábio, passando pelo processo transformador deste para o saber a ensinar, até o espaço escolar onde ocorre a transposição do saber a ensinar para saber ensinado e, por que não, para o saber aprendido (Pinho Alves, 2002).

Durante o processo da transposição didática, são agregados ao conhecimento científico valores sociais, resultando em um conhecimento escolar produzido socialmente para finalidades específicas de escolarização, expressando um conjunto de interesses e de relações de poder de um dado momento histórico. Este processo é contínuo, acontecendo desde o momento que sai da academia até chegar à escola e, continuamente, dentro da escola, nos diferentes meandros educacionais (Martins *et al.*, 1999).

Se o conhecimento científico se torna legitimado, quase que nihilicamente, por si mesmo, tende a forçar que outros saberes, como por exemplo, o conhecimento escolar e o popular, sejam legitimados da mesma forma, e, no entanto, usando as ferramentas científicas. De acordo com Selles & Ferreira (2005), os saberes escolares, quando superficialmente analisados, podem ser categorizados como uma tradução errada, desatualizada, desviada ideologicamente, de baixa cultura, dos conhecimentos científicos específicos. Na verdade, a formulação dos conhecimentos escolares apresenta muito mais diferenças que somente as de conteúdo. Eles não devem apenas ser subjugados aos conhecimentos científicos, como se

fosse somente uma questão de seleção e organização de conteúdos. Deve haver uma problematização do próprio conhecimento científico e de seus processos de legitimação, para que a disciplina escolar passe a ser realmente considerada diversa da disciplina científica, o que significa que as razões de sua existência não são encontradas na lógica científica de nenhuma de suas ciências de base, pois incutidos nela temos princípios organizadores e controladores de currículo (Selles & Ferreira, 2005)<sup>8</sup>.

Analisando assim a definição de conhecimento escolar, podemos dizer que a escola é a produtora destes conhecimentos, que são produzidos socialmente com o propósito de serem usados na escola para transmissão dos conteúdos e a socialização dos sujeitos (não são apenas adaptações de conhecimentos científicos específicos). Se analisarmos alguns currículos escolares, como por exemplo o do ensino médio, a inclusão de conteúdos como educação sexual não tem relação com os conteúdos da ciência de base, que seria a Biologia, pois a educação sexual envolve outros parâmetros que estão fora da alçada da Biologia.

Considerando estas particularidades, então, a vinculação e comparação entre conhecimento escolar e conhecimento específico perdem um pouco do seu sentido, visto que estes realmente são de estruturas distintas. Trazer à consciência a possibilidade de articular diferentes posições permite romper com o (falso) entendimento de subordinação da produção escolar como mera reprodução de conhecimentos e comportamentos que tenham sido produzidos em outras instâncias (Oliveira, 2010).

---

<sup>8</sup> Como exemplo, posso citar a questão dos peixes. É sabido, no meio acadêmico, que o grupo peixes não ‘existe’, no sentido de que não forma um grupo biológico válido (que seria um grupo com alguma característica única e particular que fosse ao mesmo tempo compartilhada por todos do grupo e somente por eles), tal quais os mamíferos. Ao passar esse conhecimento para a esfera escolar, é necessário uma adaptação dessa informação, de maneira que fique inteligível aos que a receberão. Apenas chegar com a frase ‘peixes não existem’ na escola refletirá num ‘caos’ de alunos afirmando que existem sim, pois ou os tem em aquários, ou os comem no almoço, ou os pescam com os pais,

## 2- ENSINO DE CIÊNCIAS

### 2.1. HISTÓRICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

É necessário, antes de discursar sobre o histórico do ensino de ciências, ressaltar que a ciência de base a que faz “referência” a disciplina escolar Ciências Naturais é composta de três grandes áreas. A Física, que a partir de Copérnico, Kepler, Galileu e posteriormente Newton, se consolida como ciência a partir da proposição de um forte paradigma; a Química, que desde a Revolução Química do século XVIII, quando Lavoisier propõe a teoria da combustão, é considerada ciência mais que estabilizada (Parâmetros Curriculares Nacionais, 2000); e a Biologia.

A Biologia só se estabeleceu como ciência quando, a partir de Darwin, que reuniu conhecimentos produzidos pela botânica, zoologia, paleontologia e embriologia e aliou-os aos dados que obteve em suas viagens de exploração e das relações estabelecidas entre tais achados, é proposta a Teoria Evolutiva (que permite a interpretação geral para o fenômeno da diversidade da vida, assentada sobre os conceitos de adaptação e seleção natural) e esta se estabelece no meio acadêmico. Isso acontece por causa de um refinamento dos métodos experimentais, da ampla aceitação do positivismo lógico e dos movimentos políticos e artísticos observados em decorrência das duas guerras mundiais (Selles & Ferreira, 2005).

Sendo assim, enquanto a Biologia travava uma guerra ela própria em prol de sua individualização e unificação<sup>9</sup>, há mais de um século a Física e a Química já desfrutavam de uma condição bastante estabilizada decorrente do *status* de ciência – condição essa que se replicava para o ambiente escolar e sua respectiva disciplina escolar. Isso quer dizer que os físicos e químicos, mesmo que em áreas diferentes, estavam em consenso que a Física e a Química eram ciências de base unificadas.

Mesmo que ainda não haja consenso, a Biologia já desfruta do patamar de ciência, e isso se refletiu na disciplina escolar Ciências (e Biologia do ensino médio), que atualmente se aproveita desta unificação para abarcar, na prática escolar, outros objetivos que não são contemplados pelas produções acadêmicas, o que não acontecia antes, quando os conteúdos biológicos eram tratados separadamente em disciplinas escolares distintas (Selles & Ferreira, 2005).

---

<sup>9</sup> Atualmente, pensamos tão condicionadamente em apenas uma disciplina que trata dos assuntos da ciência, que seria a Biologia. No entanto, não foi sempre assim. Antes da teoria evolutiva de Darwin, os conteúdos da Biologia eram tratados separadamente em disciplinas como Zoologia, Botânica, Fisiologia e Anatomia Humana, Embriologia, Citologia, hoje campos de estudo das Ciências Biológicas.

A primeira escola brasileira foi fundada na Bahia em 1549, refletindo o sistema escolar metropolitano basicamente voltado para leitura e escrita para propagação da doutrina cristã (Almeida Júnior, 1979).

A instrução se caracterizava pelo ensino da gramática, da retórica e da escolástica, em primeiro plano, e das letras teológicas e jurídicas no plano superior, com alguns rudimentos de Medicina e sem nenhuma preocupação com as ciências naturais (Almeida Júnior, 1979, p.46)

Ao analisar historicamente o ensino de ciências e o desenvolvimento das ciências no Brasil, Dantes (1988) explica que até meados de século XVIII não havia um contínuo no desenvolvimento científico. Com a expulsão dos jesuítas em 1759, o Brasil sofreu a destruição de um crescente sistema educacional sem que fosse substituído por outro ou que essa perda fosse acompanhada de medidas mitigadoras dos danos – isto resultou em uma espera de anos, mais especificamente até 1808, com a chegada da família real no Brasil, para que ocorresse uma nova efervescência cultural (Almeida Júnior, 1979).

Somente no final do século XVIII os cursos que formavam naturalistas passaram a ser amplamente procurados. Foi um século iluminista, que estimulou a criação de instituições de organização da atividade científica no país.

É no início do século XIX que a ciência experimental é efetivamente introduzida no Brasil, formando cientistas brasileiros na capital – na época, o Rio de Janeiro – ligados ao cientificismo positivista. Este pensamento influenciou o ensino das ciências físicas e matemáticas:

O positivismo acabou influenciando o ensino das ciências físicas e matemáticas no Brasil até o final do século, tornando-se uma barreira ao desenvolvimento de trabalhos originais nestas áreas. (Dantes, 1988, p.269)

Depois da proclamação da independência anunciava-se uma nova orientação na política educacional, inclusive no que se refere ao desenvolvimento do espírito científico sob o impulso dos ideais da Revolução Francesa (Almeida Júnior, 1979, p.52)

Com a contratação de professores estrangeiros, são montados os primeiros laboratórios didáticos. Contraditoriamente, as primeiras atividades experimentais são feitas apenas nos cursos de Medicina, alguns anos depois. O apoio do governo e o interesse da classe média pelas últimas descobertas científicas, levaram à criação de institutos educacionais que formaram, já no século XX, os primeiros biólogos.

As primeiras universidades começaram a surgir em diversos estados do país, contribuindo para a implantação da pesquisa científica de ponta. No entanto, em todas estas universidades, o lado educacional não era tido como o mais importante: em primeiro lugar, os

professores titulares destas universidades deveriam desenvolver pesquisa científica, difundindo a ciência no país. O objetivo era formar pesquisadores (Dantes, 1988).

Ao analisar este breve histórico, podemos concluir que, desde o início da disseminação do conhecimento científico no país, o caráter educacional da ciência é interpretado como um braço adicional do desenvolvimento científico/tecnológico. Essa disseminação, mediante as constantes mudanças entre a “importância” da escola e das modalidades de ensino, fica a “mercê” das pressões de mercado e das concessões do Estado.

Resumindo historicamente os desdobramentos do ensino de ciências e analisando as iniciativas educacionais pré-1950, como nos explica Saviani (2008), podemos identificar propostas educacionais direcionadas para a reflexão, para a construção de um cidadão pensante, a partir do cidadão pensante, e não somente a partir dos conhecimentos e da ação do professor. Este movimento, conhecido como Escola Nova, ganha muito espaço na sociedade da época por ser um movimento de reforma, de mudanças. Vemos que logo depois de conquistas dos reformistas, liderados principalmente por Anísio Teixeira, na época pós-1950, há um movimento contrário, com a ineficácia na interpretação das premissas da Escola Nova como principal motivo para a mudança de opinião geral da sociedade.

Enquanto no início do século XX, o ensino secundário (hoje ensino médio) tem um caráter claramente elitista, já na década de 1930 as propostas de ensino secundário de massa mudam essa visão, abrindo espaço para a disciplina tomar um lugar de maior importância, refletido principalmente pela mudança ideológica da ciência de base, que naquele momento passava a ser imprescindível para o desenvolvimento tecnológico. Isso se reflete no ensino secundário no surgimento e produção de materiais didáticos<sup>10</sup>. Logicamente, muitos desses materiais didáticos foram abandonados quando a concepção de ciências mudou.

O ensino de ciências adquire um *status* de grande importância quando, a partir de 1950, a Ciência e Tecnologia foram tomadas como essenciais no desenvolvimento econômico, social e cultural, transformando-se de acordo com as tentativas de incluir nas reformas educacionais os objetivos políticos da educação em ciências (Krasilchik, 2000). Elucidando mais claramente esta afirmação, segue abaixo tabela extraída do estudo desta mesma autora:

---

<sup>10</sup> Como por exemplo os BSCS (*Biological Sciences Curriculum Study*), grandes manuais mundialmente distribuídos e aceitos, nos quais se promulgavam roteiros de aulas práticas e modelos de aulas, planejamentos e organogramas de acordo com o ‘método científico’ que levava ao ‘desenvolvimento tecnológico’.

Evolução da situação mundial, segundo tendências de ensino. (1950-2000)

Tendências no Ensino	Situação Mundial		
	1950 Guerra Fria	1970 Guerra Tecnológica	1990- 2000 Globalização
Objetivo do Ensino	- Formar elites - Programas rígidos	- Formar cidadão-trabalhador - Currículos estaduais	- Formar cidadão-trabalhador estudante - Currículos federais
Concepções de Ciência	Atividade neutra	- Evolução histórica - Pensamento lógico- crítico	Atividade com implicações sociais
Instituições reformistas	- Projetos curriculares - Associações profissionais	- Centros de ciências - Universidades	- Universidades - Associações profissionais
Modalidades didáticas recomendadas	Aulas práticas	Projetos e discussões	Jogos e exercícios no computador

Nos anos pós-1950, diversos países desenvolvidos investiram grandes quantidades de recursos financeiros na fundação, no estabelecimento e no fortalecimento de instituições e programas educacionais que formassem as elites científicas em cada país. Ocorreu a transição de uma escola crítica, que formava cidadãos pensantes e tomadores de decisões, para uma escola formadora, produzindo nos estudantes cidadãos trabalhadores. São criados cursos puramente práticos, cargos públicos de técnicos e são investidas grandes parcelas do orçamento em pesquisa e ciência – mas apenas a pesquisa e a ciência que pudessem gerar os frutos esperados. O método científico é a regra, a lei máxima de qualquer elaboração de novos conhecimentos. O laboratório didático passa a ser encarado como ferramenta no processo pedagógico e essencial para o desenvolvimento dos ciclos de aprendizado (Krasilchik, 2000). Programas educacionais que usavam os laboratórios escolares tiveram apoio do governo e obtiveram aceitação maciça nos programas educacionais já estabelecidos (com reflexos nas tendências curriculares de várias disciplinas até hoje).

Fica fácil entender, então, o exemplo do Brasil do pós-guerra, que buscava ter independência da estrita necessidade de importar a elite científica pensante, como os cientistas e professores dos países desenvolvidos. Alguns anos depois, retardatariamente, começava a formar sua própria equipe de tecnólogos, os que confeririam ao país a autossuficiência tecnológica almejada, como forma de tentar equipar-se com os países desenvolvidos, principalmente os europeus, no tocante ao desenvolvimento tecnológico. Neste âmbito, a escola passa a ser responsável pela formação de todos os cidadãos, e não apenas de alguns, da elite. A Lei 4.024/61 – Diretrizes e Bases – amplia o currículo das ciências da natureza tanto no ensino fundamental, como no ensino médio, com o aumento da carga horária das três disciplinas (Física, Química e Biologia) (Krasilchik, 2000).

No segundo período marcado na tabela, denota-se a penetração do construtivismo na esfera educacional brasileira. Numa primeira análise, o construtivismo aparece como uma nova forma de conceber a educação, no sentido de que entende que o conhecimento é uma construção do ser humano, mediada pelo meio onde o homem se encontra e das disposições, opiniões, personalidades dele. Ou seja, entende que a educação em ciências não deve estar focada apenas nos conteúdos científicos, mas também em sua construção (Queiroz & Barbosa-Lima, 2007).

No entanto, há de se tomar muito cuidado com a má interpretação da inserção do construtivismo no ensino de ciências, que se baseia principalmente na assimilação de conteúdos abstratos. Considerando que os alunos de educação básica se encontram em geral no estágio das operações concretas, o construtivismo viria a auxiliar na compreensão dos conteúdos, pois pretende ser uma das formas de superar a denominada racionalidade técnica, colocando em prática a reflexão (Moraes, 2008), colaborando para a redução das dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão de conceitos científicos que tenham sido atribuídas à falta de estruturas lógicas (Driver, 1986).

Falar na teoria construtivista apenas citando a palavra “construtivismo” não significa conceituá-la, visto que existem diversas linhas de pensamento distintas (Queiroz & Barbosa-Lima, 2007). Baseados no trabalho destas autoras, juntamente com o de Marín Martínéz (2003), consideraremos a teoria construtivista a ser discutida e a qual faremos referência neste trabalho como a categoria de *construtivismo dinâmico*, em que:

(...) o conhecimento novo do sujeito se constrói em interação com o conhecimento anterior, porém rechaça o princípio de correspondência entre realidade prévia e conhecimento novo, abordando o problema numa perspectiva orgânica que integra valores e novas visões de mundo. Rejeita ainda a analogia da mente como um processador de informações, mas busca conhecer a construção e modificação constante da estrutura cognitiva dos sujeitos, usando, para isso, os processos de assimilação e acomodação piagetianos como referência básica. (p.281)

Esses processos de assimilação e acomodação piagetianos funcionam muito bem como referência básica para a discussão do construtivismo no ensino de ciências porque, analisando em última instância, as próprias teorias da ciência estão em constante acomodação e desacomodação, visto que constantemente são feitas descobertas que podem suplantam teorias já sedimentadas e creditadas no meio acadêmico.

Analisando, então, a discussão a partir de um ponto de vista construtivista, a preocupação do ensino de ciências, mais do que ensinar nomenclaturas, técnicas e metodologias, deve estar colocada no estudo do pensamento formal dos alunos e como

acoplar esse estágio do pensamento ao ensino de ciências, bem como unir os mecanismos e processos de abstração dos alunos, para que, após este estudo gerar um conhecimento básico dos processos cognitivos, o professor seja capaz de, eficazmente, cumprir seu papel como educador. Como diz Moraes (2008) em seu texto:

(...) é preciso examinar os programas de ensino de ciências no sentido de determinar quais os conteúdos que realmente são acessíveis à compreensão dos alunos nestes níveis de ensino e quais as sequenciações mais apropriadas em razão das limitações cognitivas dos alunos. (p.111)

Ainda no segundo período histórico da tabela, assim, a maior ferramenta de ensino é a argumentação, a elaboração de projetos baseados na discussão dos temas centrais. Não necessariamente, nesta época, o laboratório escolar, carregado de técnicas da ciência de base, é considerado a melhor ferramenta educacional para formar os estudantes, que neste período são vistos como indivíduos a serem formados críticos e não apenas capazes.

No terceiro período indicado na tabela, ao final da década de 1990, as pesquisas evoluem e chega-se a novas conclusões sobre a natureza da ciência e o objetivo do ensino de ciências na escola, sendo a discussão o ponto considerado central no processo educacional. O objetivo passa a ser formar trabalhadores, capazes (ou não) de argumentar e contra-argumentar, a refletir criticamente sobre os conteúdos e conhecimentos a que são expostos.

Essa vertente culmina com a mudança de perfil do “objeto” da educação, que passa a ser também o estudante. É importante notar que não se aborta a visão de ciência anterior, ela apenas é complementada com o que se acredita ser o ideal momentâneo. Desta forma, estão presentes neste momento histórico características construtivistas e características tecnicistas, que, integradas, funcionam de maneira concomitante.

É possível que este tenha sido um estágio mais equilibrado de opiniões, no qual as opiniões divergentes e as novas teorias e vertentes educacionais não se excluem, não se anulam, e sim se complementam. Nesse novo estágio, são consideradas importantes no processo educacional as questões sociais, religiosas, culturais, étnicas, ideológicas, dentre outras.

Assim, o construtivismo auxiliou na união dos propósitos educacionais científicos e dos processos de aprendizagem dos sujeitos e, mesmo que tenha passado por uma má interpretação por alguns anos, sendo até rechaçado como vertente educacional no panorama brasileiro, atualmente, como afirmam Queiroz & Barbosa-Lima (2007), constitui uma referência teórica que possibilitou o estabelecimento de metas amplamente aceitas no ensino de ciências, dentre as quais:

(...) É que os alunos conheçam a existência de diversos modelos alternativos na interpretação e compreensão da natureza, sendo apresentados aos modelos da ciência, contrastando-os com os seus e com outros historicamente existentes. Isso os ajudará não só na compreensão mais clara do que é estudado, como ainda colaborará para um melhor entendimento das formas de construção da ciência. (p.282)

## 2.2. O ENSINO DE CIÊNCIAS NA ATUALIDADE

A experimentação é essencial para um bom ensino de ciências. (...) Por outro lado, a diversidade de metodologias parece ser preferível a uma única abordagem (...) (Rosito, 2008, p.197)

As ciências da natureza têm uma particularidade em seu ensino, a ciência envolvendo a prática. Somente nela encontramos a possibilidade de praticar, pois é derivada da experimentação e da observação. Proporciona a oportunidade de trabalhar enquanto grupo, em vez de trabalhar de forma independente dentro de um grupo, de maneira a compartilhar ideias, elaborar teorias e formular conceitos em conjunto, com a utilização dos conceitos aprendidos e apreendidos por cada participante do grupo. Como exemplificam Rosa & Rosa (2010):

As aprendizagens por descoberta, presentes a partir da metade do século XX, são exemplos da visão (...) que a experimentação e a observação, quando bem conduzidas representam as bases na qual o conhecimento é construído. (p.4)

Apesar de ser um exemplo um quê positivista, nela se expressa a importância que a experimentação tem no ensino das ciências da natureza. Não que o trabalho em grupo não seja possível em outras disciplinas, mas nas ciências da natureza, o trabalho em grupo possibilita a formação das conexões teóricas e formulações mentais *em conjunto também*; além disso, a prática, como facilitadora dessas relações sociais, ajuda no desenvolvimento de conexões sociais e no fortalecimento das relações sociais entre os pares (alunos) (Roden & Ward, 2010).

O ensino de ciências tem sido associado ao método descritivo e memorístico desde o início do século XX (Selles & Ferreira, 2005). Essa imagem é derivada do grande volume de informações acumuladas ao longo de uma extensa trajetória de descobertas, descrições, estabelecimento de procedimentos científicos, com o objetivo de possibilitar a observação de eventos e/ou estruturas tanto micro como macroscópicas que estão envolvidas no universo de estudo das ciências. Essa bagagem fez com que o ensino escolar de ciências, atualmente, fosse conduzido de forma descontextualizada, por meio de resoluções ritualísticas de exercícios e problemas escolares pouco verossímeis, que requerem pouca ou nenhuma compreensão

conceitual. Tanto que os estudantes brasileiros de ensino médio, em 2003, tiveram o segundo pior desempenho em ciências entre 41 países pesquisados pelo PISA <sup>11</sup> (Santos, 2007).

A “Biologia escolar” foi submetida (e o é até hoje <sup>12</sup>) a mudanças de escopo puramente ideológico, nada tendo a mudar no escopo conteudístico da ciência de base, ou seja, essas mudanças não estão baseadas no surgimento de novos paradigmas científicos.

Seja qual for o conteúdo, a ciência de base entra na escola carregando um grande volume de informações a serem passadas/expostas/ensinadas aos alunos. E isso não é diferente na disciplina escolar Ciências. Supõe-se que estas informações irão “colonizar” as mentes dos estudantes de forma uniforme. Supõe errado quem supõe isto. Os estudantes, seres vivos dotados de raciocínio lógico como seus professores, têm em suas mentes teorias, hipóteses e um extenso arcabouço de explicações para os eventos naturais que os rodeiam. Todos os conjuntos de conhecimentos que são passados “oficialmente” pela escola, encontram nestas vastas explicações uma “competição”, que cabe ao professor resolver da melhor maneira possível. Citando Martins *et al.* (1999):

Parte da dificuldade na explicação de conceitos científicos advém do fato de que aprender ciências envolve não só alargar os horizontes da percepção e adquirir novos conhecimentos e informações, mas principalmente, passar a conceber o mundo físico de forma diferente e vislumbrar outras dimensões da relação entre o homem e a natureza (p.2)

Ensinar ciências é habilitar os alunos a lerem sua linguagem específica, suas estruturas sintáticas e discursivas, fazê-los capazes de entender e dar significado aos vocábulos inerentes à ciência, interpretando suas fórmulas, esquemas, gráficos, tabelas, permitindo que todos estes recursos explicativos tenham sentido em si e dentro da esfera científica (Santos, 2007).

Se aprender ciências significa ver o mundo de outras maneiras, estas outras maneiras podem não ser naturais aos alunos, não intuitivas. Essas formas de ver o mundo mais intuitivas são as que compõem a chamada “Ciência das Crianças”, que, nos currículos regulares, não vemos muito comumente incluída. Isto pode ser resultado de uma suposição de que os alunos são meras *tabulas rasas* <sup>13</sup> ou a suposição de que a única ciência que deve

---

<sup>11</sup> O PISA (Programme for International Student Assessment) é um sistema de avaliação do nível de alfabetização científica escolar, proposto por países que, em conjunto, desenvolvem projetos que visam avaliar comparativamente o nível de alfabetização entre diversas nações.

<sup>12</sup> Ainda não se chegou ao consenso se a Biologia deve ser uma ciência da vida (ênfase no conhecimento) ou dos vivos (ênfase nas necessidades dos estudantes e da sociedade) (Selles & Ferreira, 2005).

<sup>13</sup> Os alunos são recipientes vazios que precisam ser preenchidos pelos conhecimentos do professor, princípio básico de uma educação bancária.

predominar é a do professor <sup>14</sup>. Contrastando com essas ideias, Gilbert *et al.* (1982) afirma que:

A visão de ciências que as crianças trazem para sala de aula é, para eles, lógica e coerente e essas visões são uma influência considerável em como e o que as crianças aprendem em sala de aula. (...) Tanto crianças como adultos tendem a gerar percepções e aprendizados que sejam consistentes com o que foi previamente aprendido. (p.631)

Sendo assim, como tentativa de reverter essas percepções cheias de imprecisões epistemológicas, urge adotar uma nova concepção de ciência no discurso didático, que considere o estudante com uma história de vida com experiências pessoais e portador de um conjunto de explicações próprias que procura dar conta de suas relações com o mundo em que vive (Pinho Alves, 2002).

Dependendo de como as teorias são ensinadas, os alunos podem apresentar, como resultado final, que é o objetivo de todo professor, uma visão unificada da explicação de um determinado evento da natureza: a perspectiva científica se torna coerente, e pode ser usada em todos os momentos de convívio social, e não somente nos momentos formais de educação (Gilbert *et al.*, 1982), fenômeno que configura um dos objetivos e parte da alfabetização científica, que será discutida a seguir, com o que também concorda Pinho Alves (2002):

Como resultado do processo de ensino-aprendizagem é de esperar que haja uma transformação nas estruturas cognitivas do estudante. Espera-se que concepções pessoais que não foram abandonadas e substituídas pelas concepções formais ou científicas, pelo menos passem a coexistir com as mesmas (p.5)

---

<sup>14</sup> Apesar de os alunos terem alguma formulação conceitual a respeito das coisas, estas formulações precisam ser trocadas pelas do professor, que são as certas.

### 3- A EXPERIMENTAÇÃO NA ESCOLA

#### 3.1. O AMBIENTE ESCOLAR

Analisar a escola como espaço sócio-cultural significa compreendê-la na ótica da cultura, sob um olhar mais denso, que leva em conta a dimensão do dinamismo, do fazer-se cotidiano, levado a efeito por homens e mulheres, trabalhadores e trabalhadoras, negros e brancos, adultos e adolescentes, enfim, alunos e professores, seres humanos concretos, sujeitos sociais e históricos, presentes na história, atores da história. Falar da escola como espaço sócio-cultural implica, assim, resgatar o papel dos sujeitos na trama social que a constitui, enquanto instituição (Dayrell, 1996, p.1)

A escola pode ser entendida, portanto, como um espaço sócio-cultural constituído de seres sociais humanos sociais históricos, que estão submetidos às macro-estruturas sociais, das quais a escola pode ou não reproduzir os eixos culturais. É um espaço social próprio, caracterizado institucional e cotidianamente. Como instituição, há normas e regras a serem seguidas, tanto pelos alunos como pelos professores, buscando unificar e delimitar a ação dos sujeitos. Como cotidiano, as relações estabelecidas entre esses sujeitos, tais como alianças, conflitos, amizades, disputas, imposição de normas, estratégias individuais, coletivas, a transgressão das regras e dos acordos, formam parte da trama social, cada sujeito e cada relação tecendo a complexa rede que forma a escola (Dayrell, 1996).

A escola não é somente feita de suas redes sociais/ históricas. Ela é um espaço físico, arquitetado com o propósito de ser facilitador do encontro entre docentes e discentes.

A arquitetura e a ocupação do espaço físico não são neutras. Desde a forma da construção até a localização dos espaços, tudo é delimitado formalmente, segundo princípios racionais, que expressam uma expectativa de comportamento de seus usuários. (Dayrell, 1996, p.12)

Ele expressa a expectativa do comportamento do grupo social que usará aquele espaço, da seguinte forma: espera-se que a identifiquem como espaço social comunitário (e por isso é um espaço no qual não é permitido que se faça o que se pretende mediante vontades particulares), que permaneçam dentro da área da escola (e aí por isso a existência de um limite territorial demarcado entre o que é escola e o que não é escola), que entendam o propósito das salas (que são os espaços de ensino dos conteúdos do currículo, a priori, e por isso necessitam portar-se adequadamente), que usufruam do espaço comum dos pátios, quadras e outras instalações recreativas (incitando o convívio em grupo e a harmonia entre os pares), dentre outras significações (Dayrell, 1996).

O espaço coletivo, desta forma, é pensado para o encontro entre professores e alunos. Os professores chegam à escola com suas cargas de formação, suas experiências pessoais, sua trajetória de vida, seus conceitos, opiniões, morais, enfim, toda uma personalidade e

consciência que devem ser homogeneizada para que se enquadrem ao corpo docente da instituição onde irão ingressar. Os alunos chegam à escola com uma mesma expectativa (mesmo que inconsciente), em busca de um mesmo objetivo: educação formal. O modo de fazer com que todos os alunos tenham a mesma oportunidade de encontrar o que tem por objetivo é através da inclusão, que seria possível mediante uma educação intercultural, na qual um grupo de propostas educacionais visa a promover a relação e o respeito entre os grupos socioculturais, mediante processos democráticos e dialógicos. A questão da diferença e da identidade cultural deve ser foco de atenção dos educadores. O reconhecimento do outro como produtor de significados é o caminho para acolhê-lo e compreendê-lo mediante múltiplas linguagens e estratégias relacionais. Deixar-se interpelar por eles, responder-lhe de modo respeitoso e criativo, estabelecer laços de comunicação e de reciprocidade vivifica as tramas complexas de significados constitutivas dos contextos socioculturais.

Essa educação no espaço social da escola, no entanto, é pressionada por fatores que não somente o corpo de professores e alunos. Muitas vezes, as pressões externas acabam por desequilibrar esta relação, de forma a segmentá-la. Como nos explica Cunha (2007), as forças conflitantes que podem determinar a segmentação dos sistemas educacionais são o Estado e o mercado. Eles propiciam a existência das entidades corporativas, dos conselhos federais e regionais de diversas profissões, incluindo o da classe dos professores. Por esta regulação também é estipulada a demanda de profissionais mais ou menos capacitados em cada área.

Aliado a esse controle regulatório entre esses dois eixos, a formação e demanda dos profissionais qualificados imprimiu, historicamente, um viés fortemente tendencioso nas formas educacionais existentes. A regulação entre as modalidades de ensino, sendo elas fundamental ou médio, básica ou superior, fica dependente da pressão do mercado, dos jogos de interesse entre os que exercem poder nas esferas políticas e dos incentivos financeiros das instituições. Como exemplo, Cunha (2007) cita que:

Contraditoriamente, desde os anos do “milagre econômico”, a ampliação das camadas médias propiciou uma clientela ávida de escola privada, não só como símbolo de status prestigioso, mas, também, como alternativa para o ensino público que se deteriorava a cada ano, justamente por força das políticas elaboradas e implementadas pelos empresários do ensino e seus prepostos, que ocupavam os postos diretivos dos sistemas de educação, nos níveis federal, estadual e municipal. (p.812)

Essa educação, assim controlada política e economicamente por fatores que não os pedagógicos, determina a disseminação dos conhecimentos científicos socializados. Feita pela escola, a alfabetização científica liga o que é descoberta científica e o que entra para a cultura

corrente na sociedade, contribuindo para a formação de indivíduos mais esclarecidos, aproximando duas instâncias atualmente afastadas, a sociedade e a educação (Mann, 2009).

### 3.2. A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A alfabetização científica (AC) se tornou um *slogan* educacional internacionalmente bem visto, tomado como um objetivo educacional contemporâneo (Laugksch, 2000). No entanto, de acordo com o mesmo autor, uma noção absoluta de AC se torna impraticável e inatingível porque ao incluir objetivos e propósitos, ela torna-se atrelada ao contexto onde operará. Pessoas habilitadas neste sentido são essenciais para que a ciência torne-se conhecida pela massa, popularizando-se (Shen, 1975).

O termo alfabetização científica tem suas raízes no próprio conceito de alfabetização, que no Brasil comumente é confundido e sobreposto com o conceito de letramento (Soares, 2004). Não entrarei no mérito do que se constitui o conceito de letramento científico, porque isto escapa do propósito deste trabalho. Como a autora explica:

*A alfabetização*, como processo de aquisição do sistema convencional de uma escrita alfabética e ortográfica (...) (p.11)

(...) desenvolvimento de habilidades de uso deste sistema em atividades de leitura e escrita, nas práticas sociais que envolvem a língua escrita – o *letramento*. (p.14)

Na concepção atual, a alfabetização não precede o letramento, os dois processos são simultâneos. (p.15)

Da mesma forma, neste trabalho, consideraremos neste trabalho o conceito de alfabetização científica semelhante ao de letramento científico, porque também consideraremos que ocorrem concomitantemente.

A alfabetização científica pode ser justificada por vários argumentos, dos quais sua utilidade (o indivíduo se beneficia na prática com o aumento de suas capacidades reflexivas sobre ciências), seu viés democrático (que permite maior participação consciente dos indivíduos de uma sociedade) e sua bagagem cultural (passada aos alunos como produto social humano). Gradativamente, a escola relaciona as novas premissas científicas com o cotidiano.

Como nos diz Harres (1999):

Um dos objetivos principais, se não o principal, do ensino de Ciências é o de propiciar que o estudante adquira uma visão adequada sobre a natureza da ciência. (p.37)

De acordo com Lorenzetti & Delizoicov (2001):

A alfabetização científica (...) preocupa-se com os conhecimentos científicos, e com sua respectiva abordagem, que sendo veiculados nas primeiras séries do Ensino Fundamental, se constituam num aliado para que o aluno possa ler e compreender o seu universo. (p.8)

(...) é aqui compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade. (p.9)

Ainda como caracterização do conceito de AC, Santos (2007) afirma que esta é a defesa das abordagens metodológicas contextualizadas com aspectos sociocientíficos, por meio da prática de leitura de textos científicos que possibilitem a compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade e alavanquem a tomada de decisões pessoais e coletivas. Para Oliveira (2010), alfabetização científica é a relação entre um sistema concreto e um aluno, que pode ser fruto de um longo processo de articulação e rearticulação de informações.

De acordo com Norris & Phillips (2003, *apud* Santos, 2007), em um estudo amplo de revisão dos trabalhos sobre alfabetização científica, as literaturas podem ser enquadradas em dois grandes grupos: os que incorporam as especificidades do conhecimento científico e os que abrangem as categorias relativas à função social. Seguindo o mesmo enquadramento destes dois autores, neste trabalho são usadas como referencial teórico duas definições (ou categorias) complementares de alfabetização científica: a de Shen (1975) e a de Bybee (1995).

De acordo com Laugksch (2000), as categorias de Shen (1975) estão:

(...) interessadas na construção (...) da ciência relacionada à como os indivíduos cotidianamente a interpretam, e como negociam estes conteúdos científicos no processo de alfabetização científica (p.75, *tradução minha*)

Enquanto que as de Bybee (1995):

(...) estão principalmente focadas na relação entre educação formal e alfabetização científica com foco na educação escolar (...) (p.75, *tradução minha*)

O primeiro grupo aborda o processo quando este ocorre com indivíduos fora da escola, enquanto que o segundo grupo trata da AC em sujeitos em idade escolar. No presente estudo, estas duas visões se complementam, na tentativa de apontar qual é a contribuição do clube de ciências dentro e fora do ambiente escolar – o uso e aplicabilidade destes conhecimentos científicos teóricos não deve se restringir ao ambiente escolar, e sim ter inserção no cotidiano. Sendo assim, neste trabalho, estas duas perspectivas serão tratadas como formação cidadã,

proposta por Shen, em seu artigo de 1975; e ambiente escolar, discutida por Bybee, em seu trabalho de 1995 e serão doravante tratadas como AC cidadã e AC escolar.

De acordo com Shen (1975), há três noções de AC cidadã, que diferem entre si pelos objetivos, formato e meio de comunicação e o público considerado.

A *alfabetização científica prática* (ACP) é aquela que diretamente se aplica às vivências dos indivíduos, relacionada com as necessidades básicas dos seres humanos, como alimentação, saúde, e com as um pouco mais específicas, como agricultura, indústria e melhorias de condições de vida de forma geral. Ela equivale a:

(...) o domínio de tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser posto em uso imediatamente para ajudar a aprimorar os padrões de vida (Shen, 1975, p.265, *tradução minha*)

O indivíduo passa a tomar decisões mais conscientes no seu dia a dia, mediante os conhecimentos proporcionados pela alfabetização científica sobre estes tópicos. Ela, teoricamente, deve estar ao alcance de todos os cidadãos e, neste panorama não é estritamente necessário habilidades de leitura e escrita, pois os conhecimentos proporcionados pela ACP estarão diretamente ligados ao cotidiano. Santos (2007) fornece, como exemplo da ACP:

(...) uma pessoa (...) saberia, por exemplo, preparar adequadamente diluições de produtos domissanitários; compreender satisfatoriamente as especificações de uma bula de um medicamento; adotar profilaxia para evitar doenças básicas que afetam a saúde pública; exigir que as mercadorias atendam às exigências legais de comercialização, como especificação de sua data de validade. (p.480)

A *alfabetização científica cívica* (ACC) torna o cidadão mais “completo” para a ciência, no sentido de que se torna mais capaz de discutir e se aprofundar nos assuntos e problemas mais específicos científicos da sociedade onde vive. O indivíduo é capacitado a:

(...) tornar-se mais informado sobre a ciência e questões relacionadas, tanto que ele e seus representantes façam uso dessas informações em conjunto com seu bom senso e, desta forma, participar mais intensamente no processo democrático na atual sociedade crescentemente tecnológica (Shen, 1975, p.266, *tradução minha*)

Ou seja, os indivíduos e seus representantes passam a julgar as decisões científicas não somente baseado nas opiniões e afirmações dos especialistas, que podem, por vezes, ser influenciados por fatores que não os de acordo com o que a maioria deseja, visto que não são escolhidos por eleição democrática (Shen, 1975). De acordo com este mesmo autor, o arcabouço teórico sobre ciência do cidadão comum será maior daqui a alguns anos, após um contínuo processo de alfabetização científica cívica.

Demanda mais esforço do indivíduo e requer leitura e escrita, pois na ACC não serão somente os assuntos do cotidiano que constituirão conhecimentos proporcionados pela alfabetização científica, mas uma diversidade maior de tópicos, como os veiculados pelas mídias em forma de notícias e manchetes, interesses pessoais que estejam relacionados com as escolhas democráticas da sociedade, dentre outros (neste caso, serão assuntos considerados temas geradores, que se mostrarão como conhecimentos da ACC e estimularão o aprofundamento na Ciência). Santos (2007) também cita como exemplo desta categoria de alfabetização o caso de:

(...) pessoas lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também seus efeitos sobre a saúde, seus efeitos ambientais, seu valor econômico, as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização. Por exemplo, poderia ser considerado pelo cidadão, na hora de consumir determinado produto, se na sua produção é usada mão-de-obra infantil ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se em alguma fase, da produção ao descarte, houve geração de resíduos que agredem o ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção etc. (p.480)

A *alfabetização científica cultural* (ACCu), como a própria expressão já indica, é aquela que constitui uma cultura da ciência, mantida e procurada pela porção de indivíduos que querem estar envolvidos e à par dos assuntos científicos de sua sociedade não somente de maneira superficial, mas de maneira profunda e detalhada.

A alfabetização científica cultural é motivada por um desejo de saber algo sobre ciência, como uma realização humana fundamental; ela é para a ciência, o que a apreciação da música é para ela mesma. Ela não resolve nenhum problema prático diretamente, mas cria e amplia caminhos entre as culturas científicas e humanísticas (Shen, 1975, p.267, *tradução minha*)

Muitas vezes, esses assuntos estão completamente distantes de sua realidade cotidiana, mas os indivíduos persistem na busca de informações as mais completas e atualizadas quanto possível. A ciência torna-se algo como que um caminho para ampliar as opiniões e atitudes frente ao mundo e à sociedade. Exemplos de situações onde ocorre a ACCu são: um artista lendo um artigo sobre DNA ou um advogado que assiste a um programa de televisão sobre a Nebulosa Crab (Shen, 1975).

Por configurar uma forma de apreciação da ciência, ela é acessível a um reduzido número de indivíduos, como se fosse um luxo a ser proporcionado a poucos – atinge em princípio os formadores de opinião e líderes atuais e vindouros das comunidades. Outro impedimento consta da falsa ideia que, para que um indivíduo desfrute deste tipo de AC, ele

precisa primeiro formar uma base sólida de conhecimentos atuais sobre a ciência – o que não é verdade:

É como dizer que para um cidadão comum que queira saber sobre história antiga tenha que estudar primeiro os pontos técnicos da historiografia e arqueologia. (Shen, 1975, p.268, *tradução minha*)

Falsas ciências ou conhecimentos “não cientificamente” corroborados – como por exemplo a existência de elos emocionais das plantas, catástrofes cósmicas, dentre outros – podem ser facilmente corrigidos com uma pequena porção de ACCu.

Desta forma, é possível compreender que, pelo processo de AC proposto por Shen, o sujeito educando torna-se crítico e transforma-se em um cidadão consciente e ativo em sua sociedade ou meio onde vive, em diferentes graus, dependendo do tipo de alfabetização científica a é exposto. O processo acaba por proporcionar aos indivíduos alfabetizados cientificamente o desenvolvimento de suas habilidades em vários contextos que não unicamente o das Ciências da Natureza.

Sob outro prisma, Bybee (1995) defende um tipo de AC que está intimamente ligada ao ambiente escolar. Ele a categoriza em três dimensões.

A *alfabetização científica funcional* (ACF) objetiva o desenvolvimento de conceitos, centrando-se na aquisição de um vocabulário, palavras técnicas, envolvendo a ciência e a tecnologia. Ou seja, é um nível de alfabetização no qual ocorre a inclusão e no uso de novas palavras de maneira mais habitual que antes, pois:

(...) de acordo com a idade dos educandos, fase de desenvolvimento e o nível de educação, os estudantes devem ser capazes de ler e escrever passagens que incluem vocabulário científico e tecnológico (Bybee, 1995, p.29, *tradução minha*)

Apesar de esta categoria de alfabetização científica prezar o uso e a internalização dos termos científicos, o ensino de ciências e processo de AC como um todo não deve se restringir a aquisição de vocábulos, mas sim deve desenvolver o aprimoramento e ampliação do vocabulário científico dos estudantes de forma contextualizada, a partir de estratégias didáticas que façam com que os significados, aliados aos termos, sejam identificados e apreendidos (Lorenzetti & Delizoicov, 2001).

Na *alfabetização científica conceitual processual* (ACCP) os termos do vocabulário recentemente aprendido na ACF são relacionados intimamente aos seus significados, ou seja, os estudantes passam a ter mais domínio e intimidade com os conteúdos científicos porque as palavras científicas não mais se dissociam dos seus significados, permitindo que se faça

correlações entre a ciência, a tecnologia e fatos do dia-a-dia, principalmente os veiculados pela mídia. Ou seja:

Estudantes deveriam relacionar informações e experiências a ideias conceituais que unifiquem as disciplinas e campos de estudo das ciências (Bybee, 1995, p.29, *tradução minha*)

Na ACCP não se dicotomizam os processos e produtos da ciência, evidenciando que esta é um dos caminhos para se atingir conhecimentos (Lorenzetti & Delizoicov, 2001).

A *alfabetização científica multidimensional* (ACM) as habilidades de reconhecer e entender termos científicos são enquadradas nas situações do dia a dia, aplicadas nas mais diversas situações, desde conversas explicativas que os estudantes tenham com colegas de classe, familiares ou amigos até o estabelecimento de relações entre estes conteúdos e situações problema do cotidiano. Ocorrem processos de incorporação do conhecimento científico, internalizados pelo processo ensino-aprendizagem (Lorenzetti & Delizoicov, 2001):

Alfabetização científica se estende para além de vocabulários, esquemas conceituais e métodos processuais, incluindo outros entendimentos sobre ciência. (Bybee, 1995, p.29, *tradução minha*)

Desta forma, é possível compreender que nesta discussão, a alfabetização científica estende sua participação ao ambiente escolar, no qual o sujeito educando torna-se capaz, em diferentes graus, de superar os limites da mera repetição dos conceitos científicos e passa a incorporar esses conhecimentos, facilmente aplicáveis em todas as esferas de ação do indivíduo.

Finalizando, podemos afirmar que o ambiente escolar, além de constituir um ambiente social, constitui também um ambiente de difusão de conhecimentos socializados e estímulo à busca de novos conteúdos e arcabouço cultural, no qual está presente o processo de AC, que colabora para a aquisição e uso dos conhecimentos escolares.

### 3.3. O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ESCOLAR

Apesar de considerado espaço formal, por estar dentro da escola, o laboratório escolar é um espaço de complementação, de renovação e de outras formas de ensinar conteúdos, seu uso tendo aceitação unânime entre professores, pais e alunos nas escolas (Barbieri, 1988)<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Se bem que muitos desses depoimentos podem não ter uma razão baseada em dados concretos a respeito da contribuição das aulas práticas no ensino de ciências (para melhores informações, ver Calderan *et al.*, 2008). Muitas vezes, a opinião popular sobre as aulas experimentais é influenciada por um pensamento fundamentalista:

Pode ser classificado como escolar porque tem como principal objetivo o processo ensino-aprendizagem (Rosa & Rosa, 2010).

Tamir (1991, *apud* Pinho Alves, 2002) denominou cinco principais razões que podem ser oferecidas como motivo para a existência do laboratório de ciências na escola:

- 1- A necessidade do concreto, pois alguns alunos têm dificuldade de aprendizagem;
- 2- A participação do aluno em um processo de investigação real, ao se tornar um comportamento essencial do aprendizado de ciências como questionamento;
- 3- O desenvolvimento de habilidades e estratégias com um largo espectro de efeitos em outras áreas;
- 4- A possibilidade de oferecer oportunidades únicas de identificar, diagnosticar e suprir as concepções alternativas dos alunos;
- 5- O gostar dos estudantes em relação às atividades e do trabalho prático, pois quando têm chance de ter experiências significativas e não triviais, eles se tornam mais motivados e interessados em ciência.

Nos laboratórios, tal qual em outras salas (teóricas) de ciências, as aulas são baseadas nos conteúdos curriculares propostos nos livros didáticos usados na instituição. Dentro da disciplina Ciências, desta forma, o MEC estimula a postura científica crítica e pretende avaliar como a sociedade interfere na natureza (Vieira *et al.*, 2005).

Como já dito anteriormente, assume-se, de uma maneira mais geral, que os alunos da educação básica ainda encontram-se no estágio das operações concretas (apesar de este conceito ser bastante fluido). Por isso, o laboratório, ao permitir a demonstração concreta dos eventos que são aprendidos na teoria, aumenta as chances de uma apreensão dos conteúdos, facilitando a unificação da visão de ciência pelos alunos (Gilbert *et al.*, 1982). O laboratório entra como uma ferramenta que visa combater, pelo menos em parte, a fragmentação do ensino, tão presente nos conteúdos apresentados nos livros didáticos (Vieira *et al.*, 2005), de acordo com o que também defendem Rosa & Rosa (2010):

(...) a ciência é processo antes de ser produto, e isso requer um olhar sobre o ensino dessa ciência de modo diferente daquele conhecimento fragmentado, recortado e descontextualizado apresentado nos programas de ensino e

---

é bom porque é bom. Note que digo fundamentalista porque me refiro à opinião popular, daqueles que não tem conhecimento apropriado para fazer tais afirmações. O fundamentalismo se aplica porque os que afirmam ter o laboratório tal contribuição para o ensino, o afirmam baseado na opinião de outrem: como um típico fundamentalismo, tem em seus partidários (aqueles que são concordantes) a postura naturalizada a favor da visão de que a disciplina escolar Ciências seria mais bem sucedida se contasse com os protocolos experimentais típicos da ciência de base Biologia (que seria o fundamento) (Veiga-Neto, 2009).

consolidado pelos livros didáticos, ou, mesmo, das estratégias utilizadas no desenvolvimento das atividades pedagógicas (p.8).

Não necessariamente um bom laboratório escolar precisa ser equipado com os mais modernos equipamentos e recursos computadorizados (Abreu, 2008). Isso significa que bons espaços, mesmo que tradicionalmente pouco atraentes, podem cumprir cabalmente seu papel de servir de local apropriado para experimentação. Do que se tira que: o equipamento não é tudo. O que realmente faz diferença são as pessoas, ideias, metodologias, posturas, a manutenção. Um bom laboratório escolar relega aos seus professores e alunos a função de pensar dentro dele, e não apenas agir dentro de um falso rigor metodológico científico. Da mesma forma que um cientista dirige seu olhar para algum questionamento, a atuação do professor deve dirigir a atenção dos alunos, apontando como o mundo pode passar a ser visto a partir das experiências laboratoriais (Martins *et al.*, 1999), no que concordamos com Ramos (2003):

A crítica (...) só será desenvolvida pelos alunos se tiverem oportunidade efetiva de experimentar, testar, pôr a prova, tentar convencer pelo argumento, que é o que um ensino experimental efetivo proporciona. E neste processo de construção o professor é um “epistemólogo auxiliar” dos seus alunos, que pela crítica também vai mostrando caminhos como possibilidades. (p.32)

O laboratório escolar de ciências deve ser usado por todos os anos de escolaridade básica, sempre que necessário e possível, pois, de acordo com as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino de ciências deve correlacionar os conceitos biológicos com os parâmetros sociais envolvidos na caracterização do ambiente escolar:

(...) o papel das ciências naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo. (Brasil, 2000, p.15)

(...) os alunos devem ter a capacidade de formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar. (Brasil, 2000, p.39)

Ele deverá exercer a função de instrumento de mediação entre as ideias prévias e concepção de ciências manifesta pelos estudantes e uma nova concepção de ciências (Pinho Alves, 2002).

A experimentação colabora bastante para a visão unificada dos alunos, das explicações científicas para os eventos da natureza. Rosito (2008) afirma que a experimentação é essencial para um bom ensino de ciências.

O ensino experimental de ciências começa quando, no século XVII, o movimento do empirismo dedutivista postulava que, para tornar-se receptivo aos dados da natureza, era necessário se esvaziar de seus conceitos prévios (Borges, 2008; Giordan, 1999). É nesta época que se detectou a origem do conceito “método científico”, combatido pelas pedagogias que defendem a experimentação em sala de aula.

Alguns termos como experimento e aula experimental serão recorrentes neste trabalho, portanto, serão usados como referência os conceitos de experiência e experimento de Rosito (2008), bem como o de experimentação de Japiassú & Marcondes (1996) e o de trabalho prático de Hodson (1994):

Experiência é o conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade. (...) se adquire a partir de um conjunto de vivências. (Rosito, 2008, p.196)

Experimento significa um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico. Portanto, experimentar implica pôr à prova; ensaiar; testar algo. (Rosito, 2008, p.196)

A experimentação é a interrogação metódica dos fenômenos, efetuada através de um conjunto de operações, não somente supondo a repetibilidade dos fenômenos estudados, mas a medida dos diferentes parâmetros: primeiro passo para a matematização da realidade (Japiassú & Marcondes, 1996, p.96)

(...) qualquer método de aprendizagem que exija dos aprendizes que sejam ativos em lugar de passivos concorda com a ideia de que os estudantes aprendem melhor através da experiência direta, que poderia ser descrito como “trabalho prático”. (*tradução pessoal*, Hodson, 1994, p.305)

Neste trabalho, o conceito de experimentação, em conjunto com o de trabalho prático, equivalerá à expressão aulas práticas ou atividades experimentais, que ocorrem no Laboratório de Ciências e Biologia do colégio, ambas as expressões análogas ao conceito de atividade experimental de Pinho Alves (2002): “*seu papel é oferecer a oportunidade ao estudante de conscientizar-se de que seus conhecimentos anteriores são fontes que ele dispõe para construir expectativas teóricas sobre um evento científico*”.

Estas aulas experimentais serão analisadas quanto às categorias identificadas nas concepções teórico-metodológicas dos estudos de Moraes (1998, *apud* Rosito, 2008), sendo acrescentadas de comentários segundo autores da área e um exemplo de aula experimental (sobre anélidos e a evolução) adaptado a cada uma das categorias. Elas podem ser dirigidas mediante quatro posturas, resultando em diferentes procedimentos em laboratório, a saber:

a) *Atividade experimental demonstrativa (D)*: é aquela na qual o professor irá demonstrar, sem permitir a interação dos alunos com os métodos, um experimento que servirá de base para a conclusão teórica a que o professor intenciona que seus alunos cheguem. Está

um tanto quanto atrelada à visão empirista de observação representando o conhecimento, mas também podem ser o gatilho de uma motivação a partir da demonstração dos experimentos que, por causa dos equipamentos ou do nível de risco, não possam ser conduzidos pelos alunos. Uma aula demonstrativa sobre anelídeos e evolução apontaria, em um material biológico previamente preparado (que poderia ser uma minhoca já dissecada) as características identificadas nas minhocas que estão de acordo com a teoria evolucionista atual.

b) *Atividade experimental empirista-indutivista (EI)*: é aquela na qual o experimento tem a única e principal função de levar a uma conclusão que pode ser extrapolada para uma regra generalizada, ou seja, do particular para o geral, constituindo uma concepção positivista na qual o conhecimento deriva da observação. Os alunos agem de acordo com um roteiro fechado, teoricamente dentro das regras estabelecidas pelo “método científico”, pouco dinâmico – passando pelas etapas de observação, experimentação, análise de dados e formulação das leis e teorias –, chegando a resultados de dados pouco criticizados, que podem desvalorizar a criatividade do trabalho científico e se refletir em uma ideia de que o conhecimento científico é uma verdade inquestionável. Uma aula empirista-indutivista sobre anelídeos e evolução, depois da devida observação, levaria aos alunos a enumerar as características dos anelídeos (observadas em um material biológico previamente preparado) que estão relacionadas aos animais que são apontados como os seus parentes mais próximos, estabelecendo graus de parentesco que corroboram e validam a teoria evolucionista atual.

c) *Atividade experimental dedutivista-racionalista (DR)*: o experimento acontece após a análise de uma teoria, e a partir desse experimento, esta teoria será comprovada ou refutada. Ou seja, a experimentação e observação não produzem, sozinhas, conhecimento. Elas produzem conhecimento em conjunto com o que é construído pelos sujeitos, se caracterizando como construção humana. Ao lançar mão do dedutivismo, as amplificações incoerentes advindas da indução são neutralizadas. Uma aula dedutivista-racionalista sobre anelídeos e evolução consta de uma discussão inicial do assunto, seguida da análise do material biológico (que pode estar previamente preparado ou não) que comprova ou refute as ideias estabelecidas como hipóteses pelo grupo de alunos acerca da teoria evolucionista atual.

d) *Atividade experimental construtivista (C)*: leva em consideração os problemas dos alunos, ficando aberta a desenvolvimento de problemas ou de novas formas de testar hipóteses. Em todas as etapas da elaboração deste tipo de aula, o conhecimento é construído e reconstruído a partir da bagagem conteudística dos sujeitos e dos conhecimentos apreendidos. É uma metodologia de aula permeada por discussão, reflexão e diálogo. Uma aula

construtivista sobre anelídeos e evolução começa pela discussão do tema, seguida da preparação dos materiais biológicos que servirão de base para: a investigação das características que concordam com a teoria evolucionista atual e das que não concordam; além dos aspectos sociais que fazem com que atualmente seja possível identificar tais características e que tornam a teoria evolucionista atual válida.

É ideal, a partir do conhecimento dessas concepções de aulas experimentais, pensar em estratégias que induzam, estimulem, contribuam para que ocorra não somente a aquisição dos conteúdos previamente planejados, mediante os procedimentos e consequentes resultados esperados, mas que também o erro, o inesperado, nas aulas, seja um fator propulsor da reflexão e crítica dos métodos, se afastando de um modelo no qual a experimentação falsifica a reflexão racionalizada dos eventos observados durante o momento do aprendizado. Deve-se trabalhar para romper com a linearidade “fenômeno corretamente observado/ medido  $\Rightarrow$  interpretação inequívoca (Giordan, 1999), para que o ensino experimental não seja meramente empirista (Borges, 2008).

Podemos dizer que mediante todas as mudanças ideológicas históricas pelas quais o ensino de ciências atravessou, as aulas práticas e os laboratórios escolares ficaram ou sob os holofotes da importância pedagógica ou relegados à categoria de recurso educacional adicional, que pode ser usado conforme a opinião e a vontade do professor. Nessa trajetória de mudanças, o ensino de ciências também passou por alterações significativas. Atualmente, alguns fatores interferem na aplicabilidade e na possibilidade de utilização dos laboratórios didáticos, como a disponibilidade de recursos humanos. O ideal é que o professor não esteja sozinho – ou seja, esteja acompanhado de um auxiliar durante a aula prática – no ambiente escolar para a utilização dos laboratórios, ou estes acabarão por ficarem vazios a maior parte do ano (Barbieri, 1988).

O financiamento deste tipo de infraestrutura, apesar de não ser o maior responsável pela inserção ou não de aulas práticas no planejamento, limita a elaboração das experiências, no caso de o estabelecimento escolar não ter um espaço especializado para conduzir este tipo de atividade. Está aqui incutida a ideia de concepção mercantil da educação, com inserção de investimentos para sua produção e comercialização (Cunha, 2007). No entanto, não é somente com equipamentos caros e elaborados que podem ser feitas aulas experimentais. O objetivo não é tornar os alunos técnicos especialistas, mas sim construir conhecimento junto com eles. Ainda assim, as questões financeiras atrapalham o que poderia ser um andamento fluido nas aulas de ciências, quando se sabe que atualmente, no modelo econômico capitalista vigente,

faz-se necessário conciliar ciência, moral e política na direção de um processo ativo e transformador.

### 3.4. OS CLUBES DE CIÊNCIAS

Os clubinhos de ciências podem ser entendidos, a partir do que afirma Oliveira (2010) em seu trabalho, como atividades que auxiliam os processos de alfabetização científica, contando com a utilização dos experimentos para construir conhecimentos científicos em alunos que, voluntariamente, participam destas atividades. Esses experimentos, constituindo atividades experimentais, estarão presentes no processo ensino-aprendizagem sempre que se fizer necessária uma apropriação junto à natureza de eventos ou fenômenos que, manipulados artificialmente por parâmetros já estabelecidos coletivamente, permitam a construção de uma teoria que dê conta dos objetivos iniciais sobre os quais estão debruçados os sujeitos envolvidos – professor e alunos (Pinho Alves, 2002).

Estes clubes são atividades amplamente difundidas na rede estadual e municipal de ensino, desde a década de 80/ 90, como está demonstrado nos programas dos Centros de Ciências da Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (1990). Neste documento, os Clubes de Ciências são definidos como atividades que:

Trabalham com estudantes de 10 a 18 anos, prioritariamente oriundos da Rede pública de grupos sociais específicos (orfanatos, fundações de menores, etc.). Pretende estimular o interesse em conhecer: o mar, os rios, as florestas, despertando sua consciência ecológica. Busca interessá-los pela história crítica de conceitos e fatos da Ciência e Tecnologia, como também iniciá-los na Ciência da Informática.

Estes clubes utilizam-se de uma ampla diversidade de atividades (excursões, visitas à instituições de pesquisa, atividades artísticas, dentre outras) para atingir seus objetivos, brevemente listados abaixo, que entram em concordância com que Oliveira (2010) afirma:

Permitir que o aluno encontre respostas para suas indagações possibilitando um trabalho científico e cultural; permitir ao aluno descobrir que o envolvimento com a pesquisa contribuirá pra o processo da criatividade e da possibilidade de pensar por si mesmo; contribuir para o desenvolvimento da consciência ecológica do aluno; contribuir para a interação sócio-cultural do aluno.

Analisando os objetivos do clube, acima descritos, é possível entender que eles, mais que encontros que visam disseminar e educar em ciências, são momentos nos quais aspectos de desenvolvimento cognitivo são estimulados. Em seu estudo, Oliveira (2010) afirma que os clubinhos funcionam baseados em processos de inscrição, conceito que pode ser entendido como um sistema de relações que constitui o alinhamento de atuações que possibilitam uma determinada alfabetização científica. Em outras palavras, a inscrição:

(...) tem o sentido de estabelecer os registros e documentos gerados durante o experimento que podem desencadear uma nova discussão sobre o assunto. Portanto, não há a alfabetização científica antes da inscrição. (p.13)

Isso significa que a inscrição comporta as ações e meandros das atividades, de forma a permitir que todos os participantes cheguem ao mesmo final/ objetivo: a alfabetização científica e compreensão/ completude da experiência. Essa compreensão que a inscrição proporciona é usada não somente para entender as experiências feitas nos clubes de ciências, ou nas aulas de ciências, ou em atividades científicas. É uma compreensão que pode ser usada em várias áreas de conhecimento, pois é um processo de compreensão não somente do conteúdo, mas é processual, estimulando o amadurecimento do raciocínio lógico:

(...) o enunciado se inscreveu quando a natureza passou do mundo ao sujeito (Oliveira, 2010, p.18)

A realidade existe quando a inscrição torna inseparáveis os meios que produzem do que é produzido. A alfabetização científica pode, então, ser tomada como inscrição, como marcas, traços, equipamentos, registros que dão visibilidade ao conhecimento (...) (p.22).

A inscrição e a AC ocorrem concomitantemente, visto que os pensamentos e ideias que brotam nas mentes dos indivíduos passam por intensa fase manual ou concreta, ou seja, é preciso os mecanismos estimuladores da inscrição para que ocorra a alfabetização científica, qualquer que seja ela. Como afirma Oliveira (2010):

É, então, articulando “inscritores”, que produzimos por trás uma natureza das coisas, constituída na articulação, na necessidade de pôr em movimento vários interesses que em princípio não estão relacionados, mas quando atuam juntos transformam-se mutuamente, ao mesmo tempo em que fortalecem suas conexões e suas referências, dando mais realidade, mais originalidade aos conteúdos, às pessoas e aos instrumentos no invólucro chamado laboratório (p.22)

O clubinho de ciências, desta maneira, estaria presente na vida dos alunos como auxiliar no processo de inscrição não somente nas atividades propostas durante o clubinho, mas sim contribuindo para o amadurecimento da capacidade dos alunos de efetuar satisfatoriamente a inscrição necessária para compreensão dos conteúdos das disciplinas escolares como um todo, lembrando sempre que todo conhecimento tem uma racionalidade intrínseca, uma maneira de pensar e de agir com aquele conteúdo que difere do conteúdo das outras áreas de conhecimento.

O processo de representação dos conhecimentos científicos que se constrói no laboratório e nos clubes de ciências funciona como um marco no interesse em fazer um de um ambiente uma réplica da natureza, capaz de contar uma história e ser agradável ao olhar

curioso dos alunos; um ambiente capaz de mostrar de maneira interessante e chamativa o que se quer ver e não outra coisa (Oliveira, 2010).

Traduzindo resumidamente, quando o clubinho de ciências, em suas atividades, reforça e estimula a inscrição, ele o faz não somente para que o aluno reflita sobre as suas atividades dentro do clube, mas sim em todos os momentos possíveis: desde as oportunidades de reflexão durante o processo da educação formal, como também no seu dia a dia, refletindo sobre os eventos do cotidiano.

**CAPÍTULO 2:**  
**PORQUE O COLÉGIO CRUZEIRO?**

“*Não há docência sem discência*”

PAULO FREIRE

O Colégio Cruzeiro foi escolhido como local de estudo por ser a instituição onde trabalho, com a possibilidade de fazer entrevistas, debates com os alunos e ter acesso liberado, mediante autorizações necessárias, aos alunos, arquivos escolares, professores, corpo docente em geral, além de ter relação direta com os Clubes de Ciências, por mim organizados.

Sendo assim, este estudo na referida escola, configura uma reflexão sobre a minha própria ação educadora, fazendo com que as leituras, discussões, resultados e conclusões deste trabalho contribuam diretamente para minha prática diária.

#### 1- CARACTERIZAÇÃO E FILOSOFIA

O Colégio Cruzeiro é uma escola alemã, que atende as classes A e B <sup>16</sup>, mantido por uma sociedade beneficente. Possui duas unidades: uma localizada no Centro da cidade do Rio de Janeiro, com uma história de 150 anos; e uma localizada no bairro Pechincha, em Jacarepaguá, zona oeste do Rio de Janeiro, com 12 anos de funcionamento.

O passado do Colégio Cruzeiro remonta à colônia alemã do Rio de Janeiro, que, a partir de 1840, estabelecia-se no Rio de Janeiro atraída pelos incentivos à imigração. Por causa das dificuldades encontradas neste novo país, foi fundada a *Deutscher Hilfsverein* (Sociedade Beneficente Alemã), em 23 de fevereiro de 1844 e a *Deutsche Schule* (Escola Alemã), o atual Colégio Cruzeiro, que já em 1º de setembro de 1862 iniciava suas atividades numa casa alugada na Rua dos Inválidos. Desde 1912 a escola se fixou na Rua Carlos de Carvalho, próximo à Praça da Cruz Vermelha, no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, e vem aprimorando suas instalações ao longo de todos esses anos.

Durante esses muitos anos de história e tradição, a instituição enfrentou dificuldades governamentais e financeiras, passou pelas privações de um país em guerra e subjugado por ditaduras e sofreu, na época da Segunda Grande Guerra Mundial, com as restrições impostas pelo governo brasileiro por ser de origem alemã. Neste mesmo período, teve suas portas

---

<sup>16</sup> A partir das referências do IBGE, disponíveis em: <http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>. Acessado em: 14.01.2012.

fechadas por causa do rigor das leis e quase foi à falência com a drástica diminuição dos alunos matriculados. Por fim, como resposta às novas diretrizes éticas mundiais contra o nazismo <sup>17</sup>, foi obrigada a colocar a língua alemã como curso livre e amenizar as festividades escolares relacionadas à cultura alemã. Somente em 1970 a escola pôde fazer do alemão disciplina obrigatória e intitulada como primeira língua de ensino.

A sociedade responsável pelo colégio, denominada Sociedade de Beneficência Humboldt, coordena, desta maneira, três instituições: o Colégio Cruzeiro Centro, o Colégio Cruzeiro Jacarepaguá e o Retiro Humboldt, originalmente para os idosos que faziam parte da sociedade <sup>18</sup>. A primeira dessas instituições a ser implementada no Brasil, como já explicado anteriormente, foi o Colégio Cruzeiro Centro. Por possuir um grande terreno no bairro Pechincha, em Jacarepaguá, a sociedade decidiu construir, em 1935, o Retiro Humboldt na propriedade, que não foi totalmente ocupada por esta construção. Somente em 1998 o Colégio Cruzeiro Jacarepaguá é construído na área restante do terreno, iniciando suas atividades no ano seguinte.

Como filosofia norteadora, o Colégio Cruzeiro visa à formação integral do aluno, baseando-se nos princípios da solidariedade humana e dignidade, oferecendo-lhe possibilidades para o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais, bem como da aquisição de vivências de caráter sócio-educativo e cultural. O Colégio cumpre sua filosofia ministrando ensino de qualidade e promovendo a construção dos conhecimentos, sempre apoiado na investigação científica e tecnológica, e no trabalho pedagógico que leva em consideração a cultura e as necessidades da comunidade que atende <sup>19</sup>.

O Colégio Cruzeiro se caracteriza por um ensino tipicamente tradicional, tendo o diferencial do ensino diário da língua alemã. Os alunos até o Ensino Fundamental têm aulas somente no turno da manhã e os alunos do Ensino Médio têm aulas em horário integral. Para cumprir da melhor forma a filosofia norteadora, o colégio investe em atividades “extracurriculares”, ou seja, aquelas que proporcionam o aprendizado fora do ambiente formal de ensino.

---

<sup>17</sup> Vide, por exemplo, o hino nacional alemão (originalmente ‘A canção dos alemães’) que teve três de suas quatro estrofes suprimidas mundialmente, por fazerem apologia à superioridade alemã em detrimento das outras nacionalidades.

<sup>18</sup> Mas atualmente, no retiro, moram idosos que não são sócios, ou seja, as inscrições são abertas a todos.

<sup>19</sup> Adaptado de: [www.colegiocruzeiro.com.br](http://www.colegiocruzeiro.com.br). (10/08/2011)

O objetivo principal destas atividades acima citadas é fazer com que a educação do aluno seja completa, tanto em relação aos conteúdos, como em relação à aplicação destes. A educação proporcionada pela escola também intenciona relacionar seus alunos ao ambiente em que vivem, fazendo com que os conhecimentos aprendidos tenham significado e utilidade nos seus cotidianos.

Dentre as atividades disponibilizadas pela escola há: esportes, como vôlei, natação, hóquei e ginástica rítmica; lutas, como capoeira e judô; teatro; música, como flauta, violino e violão; e, finalmente, os clubes de robótica, de matemática e ciências. Este último, configurando nosso objeto de estudo, é proporcionado para o 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II, desde o ano de 2008.

## 2- O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: HISTÓRICO

O Laboratório de Ciências da Natureza do Colégio Cruzeiro foi inaugurado no ano de 2006, dando início às suas atividades trabalhando com as poucas turmas do colégio, até o 8º ano do Ensino Fundamental II. Era um laboratório simples, ainda em processo de montagem e de aquisição dos materiais necessários para um atendimento em excelência, como é característico das decisões tomadas pelo Colégio Cruzeiro em prol de seus alunos.

O laboratório contava, então, com a presença constante de uma técnica, dedicada integralmente aos projetos da grade curricular regular. Ela elaborou atividades extracurriculares, os Clubes de Ciências, para as turmas do 6º ao 9º ano. O laboratório atendia as disciplinas Ciências Naturais e Biologia.

No ano de 2007, o trabalho de laboratório foi exposto em diversas atividades, como Mostras de Ciências, atividades em conjunto com o setor de Educação Ambiental, dentre muitas outras. A cada ano o colégio crescia, aumentando o número de turmas e de alunos; o laboratório crescia junto: por já ter alunos em turmas do ensino médio, começavam a ser ministradas aulas de química e algumas de física também. Houve grande investimento no aprimoramento das aulas experimentais.

Já no ano de 2008, com a saída da técnica e a entrada da nova professora de laboratório – no caso, a mestranda em questão – algumas mudanças foram feitas. A primeira delas em relação ao clube de ciências, que passou a ser oferecido apenas para os 6º e 7º anos. Ainda em 2008, o laboratório recebeu grandes investimentos em equipamentos e materiais. As aulas práticas entraram permanentemente nos cronogramas e nos planejamentos trimestrais das disciplinas Ciências Naturais, Biologia, Química e Física, contando com participações esporádicas dos professores de Matemática e Português, que viram no espaço do laboratório de Ciências uma oportunidade de interligar conhecimentos das ciências exatas com as da natureza.

No ano de 2009 foram ministradas aproximadamente 300 aulas dentro da grade curricular regular, mais muitas outras atividades, como trabalhos de campo, Olimpíada Brasileira de Astronomia e as atividades dos clubes de ciências do 6º ano e 7º ano.

Até o ano de 2010, o Laboratório de Ciências da Natureza do Colégio Cruzeiro atendia todas as turmas, desde os pequeninos da Educação Infantil até os alunos do Ensino Médio. Atendia em conjunto, também, as disciplinas Ciências Naturais da Educação Infantil e Ensino Fundamental, e Biologia, Química e Física do Ensino Médio, tendo sido ministradas aproximadamente 450 aulas. Como no ano anterior, a participação na Olimpíada Brasileira de

Astronomia foi substancial, o que se refletiu em aumento de mais de 50% no número de medalhas e prêmios conquistados pela escola.

A partir de 2011, as aulas práticas de química e física passaram a ser ministradas nos novos Laboratórios de Física e Química: eles foram inaugurados para expandir as possibilidades de experimentação – novos professores, novos momentos. Sendo assim, o quadro anterior foi modificado: quando antes um laboratório escolar atendia as três disciplinas das ciências da Natureza, agora três espaços separados, um de Física, um de Química e um de Biologia estão encarregados desta função. O antigo Laboratório de Ciências da Natureza passou a ser denominado Laboratório de Ciências e Biologia, local onde a professora/mestranda continua a ministrar aulas para todos os alunos da escola, apenas nas disciplinas Ciências Naturais e Biologia.

Essa separação possibilitou o aumento da frequência de aulas práticas para cada turma por período letivo (trimestre), ficando organizado da seguinte forma:

- Educação Infantil: encontros esporádicos, de acordo com a demanda da turma.
- Ensino Fundamental I: 30 turmas; três aulas por trimestre.
- Ensino Fundamental II: 22 turmas; duas aulas por trimestre.
- Ensino Médio: 06 turmas; duas aulas por trimestre.

### 3- OS CLUBES DE CIÊNCIAS DO COLÉGIO CRUZEIRO

O clube de ciências do Colégio Cruzeiro surgiu como uma proposta extracurricular que pudesse aumentar o campo de conhecimento dos alunos em relação aos conhecimentos científicos aprendidos em sala de aula (ensino expositivo teórico), no sentido de que este muitas vezes é limitado a um processo de memorização de vocábulos e sistemas classificatórios passados para os alunos sem que estes, mesmo aprendendo seus termos científicos, sejam capazes de extrair destes termos seus significados e aplicá-los (Santos, 2007). Desta forma, os projetos do clube de ciências foram formulados baseados em um:

currículo que tenha a perspectiva de (...) ressignificação dos saberes científicos escolares que estão sendo abordados de forma descontextualizada, com uma linguagem hermética, reproduzindo uma falsa imagem de ciência. (Santos, 2007, p.485)

Como já explicado anteriormente, o clube de ciências começou, no ano de 2006, como uma atividade extracurricular para todas as séries do ensino fundamental II. O funcionamento do clube atualmente é mais limitado, por causa da carga horária disponibilizada, na escola, para as atividades extracurriculares. Há duas turmas: uma de 6º ano e outra de 7º ano. Os clubes têm duração de um semestre, sendo assim são oferecidas duas turmas de clube de ciências por ano para cada série. As turmas são compostas por 15 alunos. São elaboradas as regras do dia a dia do clube, os chamados “Combinados”, que envolvem o comportamento em aula, o respeito aos colegas e ao professor, a atenção com os experimentos e a aula, dentre outros. A participação dos alunos é permitida mediante autorização dos pais e se renova a cada semestre, dando oportunidade de participação no segundo semestre aos alunos que não foram contemplados com uma vaga no primeiro semestre. Caso haja mais que quinze alunos inscritos, há formação de uma lista de espera.

No clube trabalham-se conceitos da grade curricular regular correspondente à série <sup>20</sup>. As aulas têm duração de quarenta e cinco minutos, com um encontro por semana. Os temas são abordados sempre em blocos de conteúdos ou projetos, de forma que as aulas tenham alguma relação entre si e entre os conceitos que são trabalhados, todos dentro de um tema que funciona como fio-guia dos projetos.

Os alunos trabalham de forma o mais independente possível, sendo responsáveis pela montagem da experiência – muitas vezes são responsáveis também pela montagem do protocolo de resolução de determinadas questões que são apresentadas – e consequente

---

<sup>20</sup> Secundariamente, o Clube de Ciências tem o objetivo de ambientar os alunos no espaço laboratorial, introduzindo nomes de técnicas metodológicas, vidrarias, reagentes e regras de comportamento em laboratório.

resultado e discussão do mesmo. A participação ativa do aluno nas situações de investigação, muitas vezes elaboradas como desafios, os instigam a buscar respostas (Pinho Alves, 2002). Os alunos também são responsáveis pela organização do material que usam e pela manutenção dos experimentos de longo prazo que porventura venham a ser feitos. Apesar de toda essa responsabilidade e independência (em termos), os alunos são monitorados pela professora, visto que a participação e atuação desta nas atividades do clube é fundamental, como afirma Oliveira (2010):

(...) é preciso que pessoas com habilidades específicas e instrumentos estejam presentes para que os fenômenos **naturais** tornem-se convincentes. (p.19)

Ou seja, é preciso criar um ambiente adequado, recheado de mediações modulares, ou seja, de pequenas e imperceptíveis intervenções da pessoa habilitada – no caso a professora – para que a exposição visual, ao final, seja poderosa o suficiente para inscrever nos alunos os conteúdos expostos de forma eficaz <sup>21</sup>.

Os laboratórios escolares, quando produzem uma maneira específica de AC, funcionam como inscrites, não importando a complexidade e as relações agonísticas em que os eventos estiveram envolvidos na produção das figuras, imagens ou textos a serem visualizados em outros ambientes (Oliveira 2010).

Para que não haja dúvidas com relação ao termo “projeto”, doravante muito utilizado, esta palavra faz referência ao bloco de atividades a serem conduzidas dentro do eixo temático do clube de ciências. Por exemplo, o projeto “água” é o que conterà as atividades e experimentos relacionados ao tema água, que foram previamente selecionadas, testadas e organizadas pela professora responsável pela atividade. Ocasionalmente, esse planejamento das atividades dentro do projeto pode se alterar no tocante à ordem – não com relação ao conteúdo, que tende a se manter, mediante a necessidade do momento (por exemplo, uma notícia corrente na mídia) ou da turma.

Assim, os projetos que serão detalhados a seguir são conduzidos em encontros semanais de 45 minutos durante um semestre do ano escolar, podendo uma ou mais de sua(s) aula(s) se estender por mais do que um encontro, dependendo da quantidade de experimentos, discussões ou trabalhos manuais a serem conduzidos.

---

<sup>21</sup> Como Oliveira (2010) cita em seu exemplo sobre o aparelho de fazer bolhas: “Se ocorresse da professora, em vez de ter pegado um torrão ressequido do aquário, onde outrora havia minhocas, ter posto na água um pedaço úmido de argila de modelar, que estava lá, na prateleira próxima, o **resultado** seria o mesmo?”

#### 4- CLUBE DE CIÊNCIAS DO 6º ANO

Por causa do conteúdo trabalhado na disciplina Ciências Naturais, o clube de ciências do 6º ano tem três principais projetos, baseados em três eixos temáticos: ar, água e terra. Em todos os três projetos, como mecanismo de estudo dos temas selecionados, são feitos experimentos, pesquisas e exposições.

Nas aulas e atividades desenvolvidas nos clubes de ciências do 6º ano, não são usados materiais didáticos teóricos, tais como apostilas, cadernos, livros, dentre outros. São usados apenas os materiais laboratoriais necessários para fazer os experimentos, e para entendê-los são usados os conteúdos que os alunos já possuem, de forma a utilizar, no que eles fazem, os conhecimentos que eles já têm como base para construir novos conceitos ou construir novas relações com os conteúdos já estabelecidos em seus arcabouços teóricos.

Estes conceitos são registrados em folhas pautadas, que são distribuídas aos alunos com o objetivo de formar um registro dos saberes construídos pelos alunos durante o período de aulas, no que concorda Pinho Alves (2002):

A produção escrita do estudante, em geral não deverá ter a configuração de um relatório descritivo, mas a de um novo saber construído por ele estudante (...) e poderão contemplar com maior destaque o relato do estudante, na tentativa de expressar por escrito como entende o evento que está sendo estudado. (p.8). Ao mesmo tempo, (...) incentivar o estudante na elaboração de um produto que reflita sua aprendizagem (p.9).

As folhas são caracterizadas com o logo do Clube de Ciências (figura 2) <sup>22</sup>, com espaço para escrever textos e esquematizar/ desenhar o experimento conduzido em aula, caso o aluno queira. Essas folhas são armazenadas e organizadas em uma pasta, e caso os alunos queiram repetir as aulas em casa, esses registros são de grande auxílio. As folhas também podem funcionar como um material de estudo adicional, para os conteúdos da grade curricular regular.



Figura 2: Logo do Clube de Ciências do Colégio Cruzeiro.

<sup>22</sup> Este logo tem uma história muito interessante. Em um Clube de Ciências do 7º ano, fiz um concurso de logos para o clube, afirmando que este seria usado, após a escolha, em todas as atividades, materiais e exposições do Clube de Ciências de ambos os anos. No entanto, apesar de os alunos terem feito vários logos, a turma não acreditou que o logo escolhido realmente seria usado. Quando, em outras ocasiões, eles viram que eu realmente estava usando o logo, ficaram muito contentes e orgulhosos de terem sido a turma escolhida para aquele concurso.

As atividades conduzidas no clube constam de experimentos que tratam de conceitos pontuais. Como pontuais quero dizer que são conceitos específicos de um determinado assunto. Por exemplo: quando é feito um experimento sobre a água, ele pode ser a respeito da densidade da água, molécula da água, características térmicas da água, equilíbrio osmótico da água, dentre outros.

Os alunos escolhem um dos três projetos existentes, de acordo com o que lhes é apresentado. Antes da escolha, que é sempre feita na primeira aula de cada nova turma do clube, juntamente com a apresentação de cada um dos integrantes e da própria professora, há uma explanação sobre cada projeto, de forma que a escolha da turma seja consciente e não apenas aleatória.

Os três projetos foram elaborados da seguinte maneira: as atividades iniciais são as de curto prazo, pois os alunos ainda estão numa primeira fase de adaptação aos procedimentos laboratoriais – estes procedimentos, nas aulas do clube de ciências, são diferentes dos procedimentos das aulas experimentais da grade curricular regular: os alunos nas aulas do clube participam ativamente de todas as etapas da aula, enquanto que nas aulas experimentais da grade curricular, isso não é possível por causa do tempo de aula que não permite tal proceder.

Uma segunda fase é composta de aulas de resultado em médio prazo, visto que os alunos, mais adaptados ao ritmo de aulas, estão mais conscientes de suas responsabilidades e de sua participação nas atividades.

As atividades finais do clube são aquelas que exigem dos alunos maior carga de reflexão, pensamento, planejamento e geralmente são as atividades mais aguardadas, visto que muitas delas são as mais “divertidas”<sup>23</sup> por exigirem comprometimento de longo prazo.

Os três projetos são detalhadamente apresentados a seguir, da seguinte forma: para cada aula de cada projeto são apontados os conceitos chaves da aula, a quantidade de experimentos feita, os objetivos da aula, a descrição resumida dos experimentos, os conceitos/ conteúdos que almeja-se serem atingidos pelos alunos e os temas das discussões extras que podem ocorrer. Cabe aqui salientar que o projeto sobre terra nunca foi escolhido por nenhuma das turmas de clube de ciências do 6º ano já inscritas.

---

<sup>23</sup> ‘Divertidas’ nas palavras dos próprios alunos, que antes de participarem do clube, ouvem falar sobre as atividades finais, anseiam por elas o semestre inteiro e por diversas vezes influenciam na escolha do projeto em si.

#### 4.1- PROJETO “O AR QUE RESPIRAMOS!”

Neste projeto são trabalhados os conceitos relativos às características do ar, a atmosfera do planeta Terra, a composição do ar, o peso e a utilização histórica do ar (por exemplo, as correntes marítimas ocasionadas pelos ventos que impulsionavam as naus dos desbravadores). Segue abaixo (quadro 1) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 1: Aulas do projeto ar do 6º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	O que é o ar?
3	O ar tem peso?
4	O ar ocupa espaço?
5	Tem ar na terra?
6	Tem ar na água?
7	O ar tem densidade?
8	O ar tem força?
9	O ar ajuda ou dificulta?
10	Corrida de carrinhos

#### **Aula 2: O que é o ar?**

**Conceito chave da aula:** o ar é uma mistura.

**Quantidade de experimentos:** cinco.

Nesta aula o objetivo é evidenciar os gases que estão presentes do ar. Para tal são feitos cinco experimentos.

O primeiro indica que o ar não diminui quando respiramos. Enche-se um balão de festa com uma bomba de encher, que é medido em relação ao seu perímetro. A seguir, os alunos inspiram o ar do balão e expiram nele de volta, após o quê o balão é novamente medido. As medidas serão iguais, demonstrando que o ar não diminui de quantidade quando usado na respiração humana, cujo resultado pode ser extrapolado para os outros seres vivos.

O segundo experimento indica a presença de oxigênio no ar atmosférico. Ao acender uma vela e deixá-la acesa por aproximadamente um minuto, é possível dizer que no ar atmosférico há oxigênio.

O terceiro experimento indica a presença de gás carbônico no ar atmosférico. Ao deixar uma quantidade de água de cal em contato com o ar, é possível ver a formação de precipitados esbranquiçados, que são formados a partir da interação do  $\text{CO}_2$  com a cal da água.

O quarto experimento evidencia uma das características do oxigênio mediante sua produção. Ao misturar o óxido de manganês II com água oxigenada, ocorre uma efervescência da qual sai gás oxigênio puro, detectado com o aumento da chama do fósforo.

O quinto experimento indica uma das características do gás carbônico também mediante sua produção. Ao misturar bicarbonato de sódio com vinagre, ocorre uma efervescência, semelhante à do experimento anterior, mas desta vez libera-se gás carbônico, evidenciado pelo apagar da chama bem acesa.

Nesta aula, os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O ar não diminui ou aumenta com a respiração;
- O ar é uma mistura, que contém oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ );
- O fogo, quando aceso, consome o oxigênio, que é um gás comburente;
- O fogo, quando em contato com o gás carbônico, apaga, pois este não é comburente nem combustível;
- O ar compõe a atmosfera.

Dependendo do rendimento da turma, pode-se discutir a toxicidade do gás carbônico e suas propriedades benéficas, como o uso em incêndios.

### Aula 3: O ar tem peso?

**Conceitos chave da aula:** o ar é composto de moléculas.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é mostrar aos alunos que o ar tem peso, e é por causa deste peso que existe a pressão atmosférica, o ar rarefeito. Nesta aula, os alunos fazem uma balança de ar.

Para esta experiência são usados: balança de precisão, palitos de churrasco, balões de festa, fita adesiva transparente, régua e barbante. Os materiais são usados para montar a balança conforme mostrado na figura 3. Antes da montagem, os balões são pesados vazios, para ter certeza de que o peso do plástico dos balões não altera o resultado e é igual.

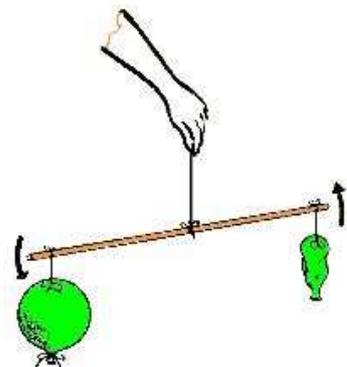


Figura 3: Balança de ar usando balões de festa.

Cada aluno faz sua balança, e ao final da aula os balões cheios e vazios são pesados novamente.

Nesta aula, os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O ar tem peso porque é composto de moléculas;
- Mesmo que não possamos enxergá-las, cada molécula tem peso;
- O peso de cada molécula colabora no aumento da pressão atmosférica.

A partir da conclusão de que o ar tem peso, pode-se começar uma discussão sobre o que faz com que o ar tenha peso – a gravidade.

#### Aula 4: O ar ocupa espaço?

**Conceitos chave da aula:** elasticidade e compressibilidade do ar.

**Quantidade de experimentos:** três.

O objetivo desta aula é mostrar que, se o ar tem peso, significa que ele tem massa, e esta massa, como qualquer outra, ocupa algum determinado espaço.

No primeiro experimento, ao pressionar a seringa sem agulha cheia de ar (figura 4), este se comprime, e ao puxar o êmbolo da seringa vazia, ela fica cheia de ar rarefeito.



Figura 4: seringa cheia de ar sendo pressionada.

No segundo experimento, repete-se o mesmo procedimento do experimento 1, desta vez com a seringa cheia de água, caracterizando brevemente o Princípio de Pascal <sup>24</sup> para facilitar o entendimento.

O terceiro experimento é o da vela (figura 5). Ao colocar uma vela acesa presa no prato com o fundo coberto com água com corante e tampá-la, ela apaga, ao mesmo tempo em

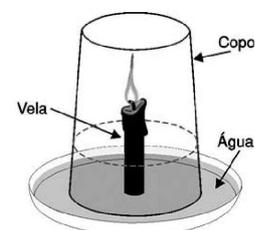
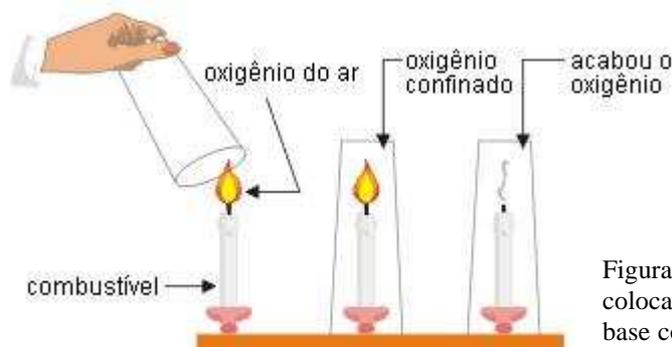


Figura 5: quando a vela acesa é colocada dentro do copo numa base com água, ela se apaga ao consumir todo o oxigênio interno e por isso, o líquido sobe.

<sup>24</sup> O Princípio de Pascal diz que, em um líquido qualquer, ao ser feita uma alteração na pressão em um determinado ponto, esta pressão é transmitida integralmente para todas as outras superfícies do líquido e às paredes do recipiente, em igual intensidade.

que o líquido colorido entra no copo.

Nesta aula, os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O ar ocupa espaço;
- O ar, tal qual os gases em geral, são muito elásticos e compressíveis;
- Os líquidos, diferentemente dos gases, têm baixa compressibilidade e elasticidade.

### **Aula 5: Tem ar na terra?**

**Conceito chave da aula:** o ar ocupa todos os espaços disponíveis.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é mostrar que, mesmo nos meios sólidos, como a terra, existe uma parcela de volume que é ocupado por ar. Nesta aula os alunos são introduzidos ao conceito de volume, diferenciando-o de área, além de discutirem a importância das minhocas e das raízes das plantas.

No primeiro experimento, ao observar a liberação de bolhas de ar de amostras comparativas de solo (pedras, areia, terra e argila), é possível identificar que o solo pedregoso tem mais ar acumulado, enquanto que o solo argiloso é o que menos o tem.

No segundo experimento, são regadas duas amostras de solo: uma aerada pelas minhocas e a outra não, onde observa-se maior liberação de bolhas de ar na amostra aerada.

Nesta aula, os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Entre os grãos do solo há ar;
- O tamanho dos grãos interfere na quantidade de ar que existe entre eles;
- A permeabilidade dos solos está baseada na aeração dos mesmos;
- As minhocas contribuem para o aumento da quantidade de ar no solo quando cavam seus túneis;

Dependendo do andamento da turma, pode-se ainda fazer a discussão do tema inverso: a presença de “terra” no ar, no sentido de que o ar pode conter partículas sólidas sem serem percebidas, discutindo a poluição atmosférica.

### **Aula 6: Tem ar na água?**

**Conceito chave da aula:** os gases do ar podem estar dissolvidos na água.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é compreender que os gases que compõem o ar podem estar dissolvidos na água.

O experimento consiste na montagem de um aquário com algas, que fica em local iluminado por uma semana. Sabendo que as algas, da mesma maneira que as plantas, fazem fotossíntese e respiram, então afirma-se que a água do aquário fica com alta concentração de gás carbônico e oxigênio. As algas conseguem se manter e sobreviver porque têm na água esses dois gases para realizar fotossíntese e respirar.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Gases como  $O_2$  e o  $CO_2$  podem estar dissolvidos na água;
- Os organismos fotossintetizantes, independente do meio em que sobrevivem, usam os gases da água para respirarem e produzem seu próprio alimento.

Dependendo do andamento da turma, pode-se ainda fazer a discussão do tema inverso: a presença de “água” no ar, no sentido de que o ar pode conter vapor de água, incluindo conceitos como a umidade do ar, a formação das nuvens e a precipitação da chuva.

### Aula 7: O ar tem densidade?

**Conceito chave da aula:** densidade do ar alterada com a temperatura.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula tem o objetivo de mostrar como a densidade do ar atmosférico se altera com a temperatura.

Antes de começar os experimentos, é passado um vídeo de aproximadamente cinco minutos, disponível na internet, no qual o movimento das moléculas é representado por bolinhas agitadas por um sistema movido por um motor, como vemos na figura 6, ao lado. Nela, estão dois momentos do vídeo: um que representa as moléculas pouco agitadas e outro com moléculas muito agitadas.

No primeiro experimento, ao vedar a boca da garrafa com o balão de festa vazio e colocá-lo dentro de um recipiente com água e muito gelo, observa-se que o balão entra na garrafa, mesmo sem ser “pressionado” ou “sugado”.

No segundo experimento, ao colocar a mesma garrafa (após ela voltar a temperatura ambiente), num copo Becher com água aquecida na chapa de aquecimento, o balão incha.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O ar, quando esquenta, fica menos denso porque as moléculas se agitam mais;
- O calor é uma forma de energia;

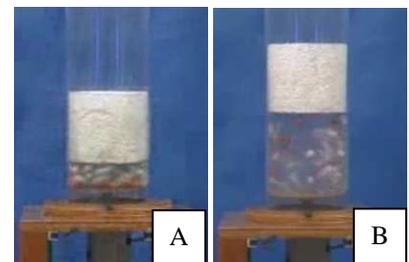


Figura 6: na foto A o sistema tem pouca agitação; na foto B, o sistema tem mais agitação, o que equivaleria a um aumento de temperatura e diminuição de densidade.

- Quanto mais energia, mais movimento;
- Uma quantidade de calor pode ser dada às moléculas do ar atmosférico, de forma que elas se movimentem mais e ocupem um maior espaço, ficando com densidade menor;
- Ao ser resfriado, um gás tende a ter diminuída a movimentação de suas moléculas, ocupando um menor espaço e ficando mais denso.
- Ao ser aquecido, as moléculas do ar se agitam, passam a ocupar um espaço maior e ter menor densidade.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, nesta aula já é possível começar a discussão de pressão atmosférica mediante o aspecto do balão em ambos os experimentos.

### **Aula 8: O ar tem força?**

**Conceito chave da aula:** pressão atmosférica.

**Quantidade de experimentos:** três.

Esta aula tem o objetivo de comprovar a existência da pressão do ar. Os experimentos da aula de hoje são semelhantes aos da aula 4 (o ar ocupa espaço), mas são complementados por outros específicos para o conceito chave da aula.

No primeiro experimento é usada uma seringa em duas situações: quando ela está cheia e o êmbolo é pressionado; caso ele seja liberado, voltará a posição inicial; quando ela está vazia e o êmbolo é puxado; voltará à posição inicial.

No segundo experimento, ao colocar um pouco de algodão com álcool dentro de um frasco de vidro e em seguida jogar um fósforo aceso, o ar é expelido rapidamente, criando um “quase vácuo” no frasco; ao colocar o ovo na boca do frasco, ele entra rapidamente.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A pressão é uma força exercida por um corpo numa superfície;
- O ar exerce pressão, chamada de pressão atmosférica;
- A pressão tende a se igualar nos ambientes e/ou espaços;
- O ar ocupa todos os espaços disponíveis porque a pressão o força;
- A pressão atmosférica é alta perto do nível do mar e diminui conforme aumenta a altitude.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, nesta aula já é possível começar a discussão sobre aerodinamismo.

### **Aula 9: O ar ajuda ou dificulta?**

**Conceito chave da aula:** resistência do ar.

**Quantidade de experimentos:** um.

Nesta aula há uma preparação para a atividade final do clube, a “corrida de carrinhos”, na qual os alunos testam os modelos montados em relação ao aerodinamismo.

Para a montagem dos carros são usados os kits comprados pela escola como parte do kit de Estudos de Física da Sangari. Os carros são estruturas de arames com rodas de EVA, e a estrutura de arame pode ser decorada usando papéis que liguem os arames entre si. Os alunos fazem diversos testes em corridas comparativas (usando todas as coberturas, metade das coberturas (Figura 7) e/ou nenhuma cobertura), para averiguar em qual situação o carrinho chega mais rápido (todas, metade e sem coberturas). Os carrinhos com seus modelos finalizados após os testes são guardados para a corrida de carrinhos da aula final.



Figura 7: Carrinho montado.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Formas aerodinâmicas são as que sofrem menos resistência do ar;
- A resistência do ar dificulta os movimentos dos corpos;
- Quanto menos estruturas onde o ar possa oferecer resistência, mais facilmente ocorrerá o movimento.

### **Aula 10: Corrida de carrinhos**

**Conceito chave da aula:** resistência do ar e ventos.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é apontar a importância do ar nos meios de transporte, fechando o semestre com uma corrida dos carros construídos pelos alunos e consequente premiação.

A evolução dos carros na pista (Figura 8) é influenciada pela resistência do ar, da mesma forma que suas trajetórias.

Após a premiação, é feito um lanche coletivo.



Figura 8: corrida de carrinhos.

#### 4.2- EIXO INDO NA ONDA DA ÁGUA

Neste projeto são trabalhados os conceitos relativos às características da água, à hidrosfera do planeta Terra, a composição da água, a utilização histórica da água e sua importância para a manutenção da vida no planeta. Segue abaixo (quadro 2) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 2: Aulas do projeto água do 6º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	O que é a água?
3	A água tem peso?
4	A água desaparece?
5	As coisas quando estão na água desaparecem?
6	A água tem densidade?
7	O que é tensão superficial?
8	A água tem força?
9	A água é útil?
10	Corrida de barcos

#### **Aula 2: O que é a água?**

**Conceito chave da aula:** átomos e moléculas.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo expor o conceito de ligação química, que existe entre os elementos que compõem a água, fazendo a molécula o mais semelhante possível à estrutura química  $H_2O$ .

Cada aluno monta sua molécula da água, usando as cores para formar uma legenda: os átomos de hidrogênio são pintados da mesma cor, enquanto o átomo de oxigênio deve ter uma cor diferente. Da mesma forma, a bola de isopor dos “hidrogênios” é de tamanho diferente da bola usada para representar o oxigênio.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As substâncias são compostas de moléculas, e estas são compostas de átomos;
- A água é uma substância composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio;
- As moléculas têm massa e, por formarem as substâncias, estas também têm massa.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, nesta aula já é possível começar a discussão sobre o fato de a água, por ser composta de moléculas e ter massa, tem peso.

### Aula 3: A água tem peso?

**Conceito chave da aula:** a água tem massa.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é indicar qual o peso da água em relação ao seu volume.

Para montar a balança de água, os alunos usaram os copos plásticos como pratos de pesagem (Figura 9). Ao colocar 100mL de água em um dos copos, obteremos o peso de 100g, que pode ser equiparado ao peso de 100g de qualquer outro material que seja colocado no outro copo. Ao fazer essa balança, os alunos podem visualizar que 100g de água equivalem a 100g de outro material, que não necessariamente estará com a mesma quantidade dentro do copo (exemplo: a quantidade de 100g de água equivale a muito menos que a quantidade de 100g de leite em pó).



Figura 9: balança de água montada pelos alunos.

O segundo experimento demonstra que 1mL de água, ao ser pesado, tem exatamente 1g.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A água tem peso porque tem massa;
- Volume corresponde a quantidade de uma substância num espaço;
- Peso corresponde à massa de uma substância submetida à gravidade;
- O peso da água equivale ao seu volume;
- Diferentes substâncias podem ocupar diferentes volumes para ter o mesmo peso.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, é possível trabalhar o conceito de peso específico, força gravitacional e força peso.

### Aula 4: A água desaparece?

**Conceito chave da aula:** evaporação da água e ciclo da água.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é trabalhar o ciclo da água. Antes de iniciar a aula, é explicitado para os alunos o fato de que os resultados da aula refletem a não alteração de pressão atmosférica – caso ela fosse alterada, os resultados poderiam ser diferentes.

No primeiro experimento verifica-se a solidificação. Ao colocar um pouco de água na placa de Petri (de forma a cobrir o fundo com uma fina camada de água), colocar o sistema em um congelador e esperar alguns minutos, observa-se que a água líquida passa a ficar sólida.

No segundo experimento, as outras três mudanças de estado físico são observadas simultaneamente. Ao colocar a água para ferver na chapa de aquecimento, ela vaporiza. Ao tampar o copo Becher com o vidro de relógio, volta a se condensar novamente. Em cima deste mesmo vidro de relógio, ao colocar o gelo, este derrete e observa-se a fusão. Em todas as etapas deste experimento um termômetro ajuda a mapear a variação de temperatura.

Nesta aula, trabalha-se o conceito de umidade relativa do ar e o ciclo da água, em todas as suas etapas.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A água pode ser encontrada em três estados: sólido, líquido e gasoso;
- Nos três estados, a água contém calor;
- O ciclo da água só existe porque a água muda de estado em algumas das etapas do ciclo;
- Para que exista o ciclo da água, é preciso que ocorra troca de calor entre os sistemas;
- Os corpos d'água são compostos de água líquida;
- As nuvens são feitas de água líquida;
- Não é possível ver a água "gasosa", ela é transparente;
- A água sólida ocorre em baixíssimas temperaturas;
- O estado físico mais energético, ou seja, com mais calor, é o gasoso;
- Quando a pressão atmosférica não se altera, os estados físicos ficam mais energéticos conforme a temperatura aumenta;
- Há dois tipos de vaporização: evaporação e ebulição;
- No ciclo da água, a vaporização corresponde à evaporação, processo natural que ocorre quando a água se aquece com o calor solar e é movimentada pelos ventos;
- A ebulição é o processo de vaporização artificial, onde a temperatura é aumentada até chegar a 100°C, temperatura na qual a água passa para o estado gasoso.

Dependendo do rendimento da turma, pode-se discutir o conceito de energia e trocas caloríficas e calor específico.

### **Aula 5: As coisas quanto estão na água desaparecem?**

**Conceito chave da aula:** misturas e dissolução de substâncias.

**Quantidade de experimentos:** quatro.

O objetivo desta aula é trabalhar o conceito de dissolução de substâncias em água, além da saturação das substâncias, mostrando sua capacidade de dissolver, ao mesmo tempo, várias substâncias diferentes.

No primeiro experimento, ao dissolver muito sal na água, uma parte fica no fundo; ao acrescentar corante na água, este também se dissolve na mistura. Ao colocar esta mistura em um copo com um furo comunicante no fundo, que o ligue a outro copo com água, desta vez sem sal ou corante, ambos os líquidos se misturam e chegam a um equilíbrio (Figura 10).

No segundo experimento é feita a observação dos grãos de sal coloridos oriundos da mistura, cuja água evapora.

No terceiro experimento, ao adicionar água a detergente, produz-se bolhas de sabão e espuma (mistura de líquido e gás, o ar atmosférico, que em si já é uma mistura).

No quarto experimento, ao misturar a água com o açúcar, óleo e detergente, nesta ordem, observa-se que a água dissolve o açúcar, não dissolve o óleo e após, e somente após a adição de detergente, o óleo passa a ser dissolvido na mistura.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As substâncias sólidas se dissolvem, mas continuam existindo quando misturadas à água;
- A água pode ser a base para uma mistura, e esta pode conter mais de uma substância dissolvida;
- Apesar de a água ser intitulada “solvente universal”, existem substâncias que não são dissolvidas por ela;
- As misturas podem ser o resultado da união de materiais: sólidos e líquidos; sólidos e sólidos; líquidos e líquidos; líquidos e gasosos; e, por fim, gasosos e gasosos.
- As misturas tendem a se equilibrar sozinhas, ou seja, quando unimos uma substância à outra, ela tende a espalhar até que sua quantidade seja igual em todo o volume da mistura.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, é possível detalhar o conceito de polaridade das substâncias.

## **Aula 6: A água tem densidade?**

**Conceito chave da aula:** densidade.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é testar os materiais de forma a compará-los com a água, culminando no cálculo da densidade da água.

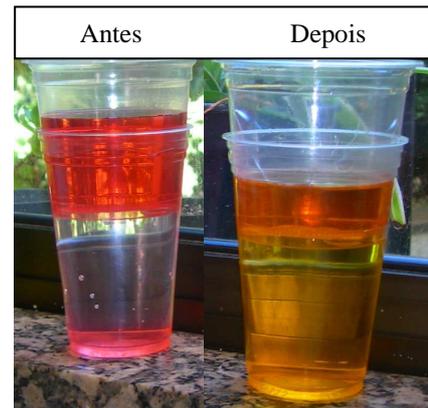


Figura 10: dissolução de substâncias na água ocorre de maneira lenta, mas constante.

No primeiro experimento, ao colocar em vários copos uma quantidade de água e acrescentar uma mesma quantidade de outro material, visualiza-se se eles são mais ou menos pesados (Figura 11).

No segundo experimento é comparada a densidade da água quando pura, quando misturada com sal e quando misturada com açúcar (figura 12). Ao colocar uma quantidade pequena de massa de modelar na ponta de um canudo, obtém-se um medidor da densidade das amostras: quanto mais denso o líquido, mais perto da superfície o medidor estará, pois a bola de massa de modelar terá densidade relativa menor.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Densidade expressa a quantidade de um determinado material por uma unidade de espaço;
- Uma mesma substância tem densidade maior quando sólida, seguida da líquida e por fim, a gasosa;
- As misturas geralmente têm densidade maior em comparação com uma das substâncias que a compõem.

Dependendo do andamento da turma, pode-se também discutir porque a água sólida (gelo) é menos densa que a água líquida.

### Aula 7: O que é tensão superficial?

**Conceito chave da aula:** tensão superficial.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula tem o objetivo de demonstrar o que é a tensão superficial e como ela funciona.

No primeiro experimento, um clipe é colocado sobre a superfície da água e bóia (figura 13).



Figura 11: um copo cheio de água até a metade, sendo o líquido que preenche a outra metade, álcool. O gelo, por ter densidade intermediária a estas duas substâncias, fica entre elas.



Figura 12: o medidor na garrafa de água mostra que esta tem menor densidade que a água com açúcar e menor ainda que a água com sal. Caso fosse feita uma quarta garrafa contendo água com sal e açúcar, esta seria a mais densa de todas.



Figura 13: clipe de papel boiando na água porque sua pressão é baixa e não vence a tensão superficial.

No segundo experimento é feito um “peixinho” de papel com uma abertura interna (da mesma forma que na figura 14), que, quando colocado num recipiente retangular com água e acrescido de poucas gotas de detergente no seu centro, se move para frente, como se estivesse nadando sozinho.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Tensão superficial é a força que existe entre as moléculas de um líquido, no caso da água, quando estas estão em contato com uma superfície (exemplo: ar, parede do recipiente, outro líquido, algo que esteja boiando, etc.);
- A tensão superficial é rompida quando a força exercida sobre a superfície do líquido (por exemplo a força do peso de uma caneta) é maior que a força que existe entre as moléculas;
- O clipe não rompe a tensão superficial, distribuindo seu peso por toda a sua extensão, ou seja, exerce pouca força sobre a água;
- O detergente, dentre outras substâncias, pode diminuir a tensão superficial da água, pois tende a afastar as moléculas.



Figura 14: peixinho de papel que demonstra a tensão superficial.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir o que é pressão atmosférica e começar o conteúdo sobre pressão hidráulica.

### Aula 8: A água tem força?

**Conceito chave da aula:** pressão hidráulica (e princípio de Pascal).

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula tem o objetivo de elucidar o que é a pressão da água, trabalhando o Princípio de Pascal.

No primeiro experimento, ao fazer dois furos na garrafa – na parte superior e na inferior – e enchê-la de água, é possível ver que a água que sai pelo furo de cima atinge uma distância menor que a água que sai por baixo (figura 15).

No segundo experimento, é construído um “submarino” de tampa de caneta, que, ao ser colocado dentro de uma garrafa cheia de água, pode subir e descer, caso ela seja pressionada.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A pressão hidráulica é a força que a água exerce sobre as superfícies;
- A água, da mesma forma que todas as outras matérias, faz força sobre as superfícies porque ela tem massa e peso;

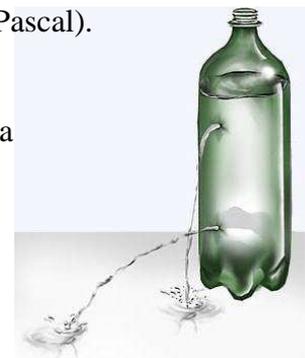


Figura 15: do furo superior sai água com menos pressão, então ela sai com menos força e alcança uma distância menor.

- Se uma força é aplicada em um ponto de um líquido, ela será replicada para todos os outros pontos do mesmo líquido. Caso ele esteja em contato com alguma superfície, ela também sofrerá a pressão;
- O princípio de Pascal explica que, como visto nos experimentos da aula, caso uma força seja aplicada em um ponto de um líquido, essa força será replicada a todas as superfícies onde este tem contato.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se incluir uma discussão a respeito da utilidade do princípio de Pascal na atualidade, explicando, por exemplo, a direção hidráulica, o macaco hidráulico, etc.

### **Aula 9: A água é útil?**

**Conceito chave da aula:** usos da água na sociedade.

**Quantidade de experimentos:** três.

O objetivo desta aula é discutir o uso da água no cotidiano e envolve diversos aspectos do uso da água historicamente pela humanidade.

A primeira atividade consiste na montagem de uma exposição sobre os temas indicados e escolhidos pelos alunos. Estes elaboram o texto com o conteúdo dos temas no laboratório de informática da escola, montam a exposição e, sob a supervisão da professora, tem liberdade para escolherem fotos, imagens, gráficos e outros recursos explicativos a serem expostos. Além disso, selecionam os materiais da decoração da exposição e como ela será exposta no hall de entrada (figura 16).

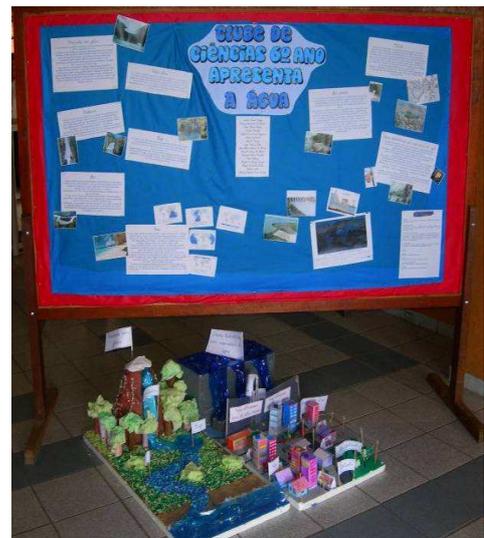


Figura 16: exposição já com as maquetes.

A segunda atividade consiste na elaboração de maquetes de temas sugeridos pelos alunos (figura 17). Os alunos, após pesquisarem sobre diversos assuntos, escolhem dois tópicos sobre os quais confeccionar maquetes. Os resultados dessas duas atividades são expostos para os pais e alunos da escola, bem como pelo corpo docente e funcionários.

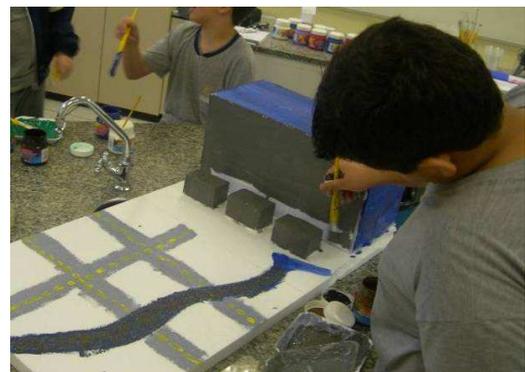


Figura 17: montagem das maquetes.

A terceira atividade é a confecção de barcos a partir de modelos dos próprios alunos (figura 18). Após as pesquisas sobre a importância da água nas sociedades antigas e atuais, os alunos montam seus modelos de barcos. Para sua confecção, usam materiais reaproveitados, isopor, plástico, etc.



Figura 18: montagem dos barcos.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A água, além de ser essencial à vida, é importante em diversos equipamentos atuais;
- A água é fonte de energia quando usada nas usinas hidrelétricas;
- A água, nos mares e rios, pode formar correntes, que já foram muito usadas pelos primeiros exploradores para descobrir novas terras e pelos mercadores para estabelecer rotas comerciais;
- Em torno de 97% da água do planeta está nos mares e não pode ser usada para consumo humano;
- As nascentes dos rios e riachos só existem por causa da cobertura vegetal que está à volta e por causa das chuvas;
- As geleiras se formam quando a chuva precipita em regiões muito frias, virando neve;
- A água pode mudar de estado físico quando temperatura e pressão se alteram.

## Aula 10: Corrida de barcos

**Conceito chave da aula:** hidrodinâmica.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula é a última do projeto sobre água, constituindo uma atividade prazerosa e bastante lúdica. A corrida de barcos ocorre na piscina da escola, com a participação de todos os alunos que construíram seus barcos, além da professora, possibilitando que testem a hidrodinâmica de seus projetos (figura 19). Ao final da corrida, há um lanche coletivo.



Figura 19: Corrida de barcos, da qual eu também participei (de vermelho), com o meu barco, a pedido dos alunos. Foi bastante divertido e uma excelente maneira de fechar as atividades do clube pelo semestre.

#### 4.3- EIXO NA TERRA TEM DE TUDO

Neste projeto são trabalhados os conceitos relativos às características do planeta Terra, como sua atmosfera, hidrosfera e litosfera, seus movimentos, seus satélites, sua localização no espaço sideral e na Via Láctea. Este projeto nunca foi colocado em prática no clube de ciências, visto que, de todas as turmas que já se inscreveram na atividade, nenhuma escolheu este projeto. Segue abaixo (quadro 3) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 3: Aulas do projeto terra do 6º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	O Planeta Terra e seus irmãos
3	A Terra se movimenta?
4	O que é o ar da Terra?
5	O que é a Terra da Terra?
6	O que é a água da Terra?
7	A vida depende da Terra?
8	Meteorologistas mirins 1
9	Meteorologistas mirins 2
10	Rochas, fóssil e vulcão

#### **Aula 2: O planeta Terra e seus irmãos.**

**Conceito chave da aula:** sistema solar.

**Quantidade de experimentos:** três.

O objetivo desta aula é apontar as principais características do Sistema Solar, dando enfoque para o posicionamento dos planetas e da Terra em relação ao Sol.

No primeiro experimento, é feita uma montagem do sistema Solar: ao colocar o Sol no centro da maquete, em torno do qual estariam girando todos os planetas, os alunos podem visualizar como estão organizados os planetas.

No segundo experimento, é feita uma representação do tamanho dos planetas em relação ao Sol: ao desenhar um círculo, representando o Sol, com diâmetro de 80 cm, é possível desenhar todos os planetas por cima do círculo, criando uma escala, na qual o planeta-anão Plutão tem apenas 0,3cm de diâmetro.

No terceiro experimento, ao montar uma tira de papel com aproximadamente 10m de comprimento, é possível representar como estariam distantes os planetas em relação ao Sol.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O Sistema Solar é um conjunto de corpos celestes que giram em torno de uma estrela, no caso, o Sol;
- O Sistema Solar está localizado na Via Láctea;
- Os planetas, quando giram em torno do Sol, descrevem uma trajetória, que é única e diferente para cada um deles;
- A distância do Sol para cada um dos planetas não é igual;
- Os planetas têm tamanhos diferentes entre si e são muito menores que o Sol.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se começar a discussão sobre a rotação e translação da Terra, dia e noite, quatro estações do ano.

### **Aula 3: A Terra se movimenta?**

**Conceito chave da aula:** rotação e translação.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é trabalhar os conceitos de rotação e translação, dia e noite, eclipses e as quatro estações do ano.

O laboratório é previamente escurecido (todas as janelas são cobertas); ao colocar a lanterna, representando o Sol, num ponto que seja o centro, fazendo girar em torno dele a Terra (representado por uma bola de isopor), é possível entender o que é o movimento de rotação e o de translação, descrevendo uma trajetória.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A Terra é um planeta que, juntamente com outros sete que giram em torno da estrela Sol, formam o Sistema Solar;
- A Terra se movimenta de duas maneiras: translação, em torno do Sol; e rotação, em torno de si mesma;
- O movimento de rotação é o que provoca os períodos de luz e escuro conhecidos respectivamente como dia e noite;
- O movimento de translação é o que provoca, juntamente com a inclinação de 23° que o planeta Terra tem, as estações do ano;
- Eclipses acontecem quando a luz emitida pelo Sol é bloqueada ou pela Terra (eclipse lunar, ou seja, a lua fica na sombra e não aparece) ou pela lua (eclipse solar, ou seja, o Sol fica parcial ou totalmente encoberto pela lua e, na Terra, não pode ser visto);

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se aprofundar a questão da duração dos dias e noites nas estações do ano e discutir conceitos como equinócios e solstícios.

#### **Aula 4: O que é o ar da Terra?**

**Conceito chave da aula:** composição do ar atmosférico.

**Quantidade de experimentos:** cinco.

Nesta aula o objetivo é caracterizar o ar em relação aos gases presentes nele.

O primeiro indica que o ar não diminui quando respiramos. Para tal, enche-se um balão de festa com uma bomba de encher, que é medido em relação ao seu perímetro. A seguir, os alunos inspiram o ar do balão e expiram nele de volta, após o que o balão é novamente medido.

O segundo experimento indica a presença de oxigênio no ar atmosférico. Ao acender uma vela e deixá-la acesa por aproximadamente um minuto, é possível dizer que no ar atmosférico há oxigênio.

O terceiro experimento indica a presença de gás carbônico no ar atmosférico. Ao deixar uma quantidade de água de cal em contato com o ar, é possível ver a formação de precipitados esbranquiçados (que são formados a partir da interação do  $\text{CO}_2$  com a cal da água).

O quarto evidencia uma das características do oxigênio mediante sua produção. Ao misturar óxido de manganês II com água oxigenada, ocorre uma efervescência da qual sai gás oxigênio puro, detectado com o aumento da chama do fósforo.

O quinto experimento indica uma das características do gás carbônico mediante sua produção. Ao misturar bicarbonato de sódio com vinagre, ocorre uma efervescência, semelhante à do experimento anterior, mas desta vez libera-se gás carbônico, evidenciado pelo apagar da chama bem acesa.

Nesta aula, os alunos tendem à chegar às seguintes conclusões:

- O ar não diminui ou aumenta com a respiração;
- O ar é uma mistura de oxigênio, gás carbônico, dentre outros gases;
- O fogo, quando aceso, consome o oxigênio, que é um gás comburentes.
- O fogo, quando em contato com o gás carbônico, apaga, pois este não é comburentes nem combustível;
- O ar do planeta Terra é chamado de ar atmosférico e compõe a atmosfera.

Dependendo do rendimento da turma, começa-se uma discussão a respeito da toxicidade do gás carbônico e suas propriedades benéficas, como o uso em incêndios.

### **Aula 5: O que é a terra da Terra?**

**Conceito chave da aula:** tipos de solo.

**Quantidade de experimentos:** três.

Esta aula tem o objetivo de mostrar que existem diversos tipos de solo e que um deles, a terra, pode ser composto também de elementos orgânicos.

O primeiro experimento indica a composição de cada tipo de solo. Ao analisar cada amostra de solo (argiloso, arenoso, húmico e pedregoso), identifica-se que cada solo é composto de grãos de tamanhos variados, desde o muito pequeno (como o argiloso) até o grande (como o pedregoso).

No segundo experimento, os solos são analisados quanto à permeabilidade: ao passar a mesma quantidade de água por cada funil com a amostra de solo, contando o tempo com o cronômetro, constata-se que o solo mais permeável é o pedregoso, seguido pelo arenoso, húmico e, finalmente, o argiloso.

O terceiro experimento consta de uma análise do material que pode compor um solo húmico. Ao analisar uma amostra de solo húmico retirado de um jardim, poderá ser encontrado junto ao solo: folhas, pedaços de animais mortos, fungos, grãos de pedras, etc.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O solo é composto de pequenos grãos que podem ter tamanhos diferentes;
- O solo é mais permeável quando os grãos são maiores porque entre eles haverá mais espaço para passagem de líquidos;
- O solo húmico tem grande quantidade de matéria orgânica, que vem da decomposição dos seres vivos;
- No solo húmico, a quantidade de matéria orgânica indica a quantidade de nutrientes à disposição dos seres vivos que habitam a região com aquele solo: para as plantas, os nutrientes estão diretamente ligados com a alimentação, feita através do processo de fotossíntese;
- Os solos do planeta compõem a litosfera.

### **Aula 6: O que é a água da Terra?**

**Conceito chave da aula:** composição da água e sua importância.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula tem como objetivo dar a conhecer o conceito da ligação química que ocorre entre os elementos que compõem a estrutura química  $H_2O$  e discutir a importância da água para os seres vivos, como plantas, fungos e animais.

No primeiro experimento, cada aluno monta uma molécula da água, usando as cores para formar uma legenda: átomos de hidrogênio de uma cor, átomo de oxigênio de outra.

No segundo experimento, os alunos ajudam na manutenção da horta da escola, fazendo a rega das mudas e dos canteiros; esta atividade se repete por mais dois encontros.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As substâncias são compostas de moléculas, e estas são compostas de átomos;
- A água é uma substância composta de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio;
- A água é uma mistura de várias substâncias: água, sais, microrganismos, etc.
- As moléculas, por formarem as substâncias, têm massa e por isso, formam substâncias com massa.
- Toda a vida na Terra depende da água, tanto os animais como as plantas e outras formas de vida, pois é ela que permeia os processos de alimentação, respiração e outros;
- A água, tanto a doce como a salgada, compõe a hidrosfera do planeta Terra.

### **Aula 7: A vida depende da Terra?**

**Conceito chave da aula:** relação dos fatores bióticos e abióticos.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Nesta aula é trabalhada a importância da água nos organismos e no funcionamento dos sistemas vegetais.

No primeiro experimento são plantadas mudas de plantas em três situações diferentes: uma com pouca água, uma com pouca terra (ou terra pobre em nutrientes) e a última com pouca água e pouca terra. Ao comparar estas três situações com uma na qual a disponibilidade desses dois fatores é satisfatória, visualiza-se a diferença no tamanho e na sobrevivência da planta.

No segundo experimento, ao colocar em uma garrafa plástica uma amostra de solo húmifero, uma muda de planta, animais como minhocas e caramujos e água disponível, forma-se um ecossistema artificial. Ao fechar esse ecossistema, colocá-lo em região iluminada e de temperatura amena, é possível ver que o ecossistema, mesmo fechado, se mantém equilibrado e os seres vivos sobrevivem.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Em um ambiente, existem fatores vivos (bióticos) e fatores não vivos (abióticos);

- Um ecossistema é o conjunto desses dois fatores, que interagem entre si e são dependentes;
- As plantas (e algas) são essenciais à manutenção da vida no planeta Terra porque produzem o gás oxigênio consumido na respiração dos seres vivos.

### Aula 8: Meteorologistas mirins 1

**Conceito chave da aula:** vento, clima e resistência do ar.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem o objetivo de explicitar o que é o clima com a construção de um anemômetro.

Ao construir o anemômetro como o da figura 20 e expô-lo aos ventos em três áreas da escola (fechada, semi-fechada, ou seja, perto de uma área construída, como o prédio da própria escola e aberta, como a área da quadra ou do estacionamento), observou-se que a contagem de giros por minuto na área aberta é maior na área fechada.

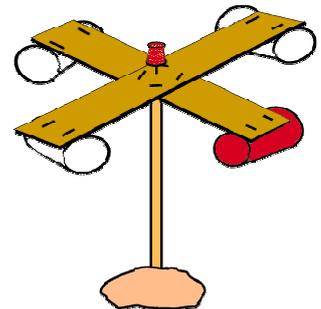


Figura 20: anemômetro de papel e copos de plástico.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Vento é o ar em movimento;
- Quanto mais aberta a região, maior a velocidade do vento, porque ele encontra menos obstáculos onde exercer resistência;
- Os ventos, quando têm temperaturas diferentes (ao formar as massas de ar frio e quente) podem se encontrar e formar as tempestades com ciclones;
- Quanto mais vento em uma área aberta, maior a erosão do solo;
- Clima é o conjunto de temperatura, ventos, quantidade de vapor de água na atmosfera, dentre outros fatores.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se fazer uma discussão sobre os eventos meteorológicos.

### Aula 9: Meteorologistas mirins 2

**Conceito chave da aula:** precipitação da chuva.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo medir a quantidade de chuva na escola.

Ao construir um pluviômetro, conforme a figura 21, os alunos são encarregados de colocá-los em uma área aberta da escola antes de chover. Este procedimento



Figura 21: pluviômetro de plástico.

é repetido durante quatro períodos de chuva por aproximadamente 10 minutos, ao final dos quais os resultados são comparados.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A chuva pode ser medida em mm (milímetros);
- No pluviômetro a medição indica em quantos mm o nível de água aumenta em um dado intervalo de tempo;
- O índice pluviométrico, que resulta do uso do pluviômetro, é maior em regiões tropicais.

### **Aula 10: Rochas, fóssil e vulcão**

**Conceito chave da aula:** estruturas geológicas.

**Quantidade de experimentos:** três.

Esta aula tem o objetivo de finalizar as atividades do clube de ciências com um momento lúdico de brincadeira aliada ao conhecimento.

No primeiro experimento, os alunos observam a estrutura dos diferentes tipos de rochas e fazem uma rocha semelhante à sedimentar. Ao misturar o gesso com água, mexer e, antes de acrescentar o corante (de preferência marrom e vermelho), esperar alguns minutos para que o gesso endureça levemente, simula-se o surgimento de uma “rocha sedimentar”.

No segundo experimento, os alunos fazem um fóssil aprontando uma mistura de gesso bastante grossa e colocando uma folha por cima, que passa a ser parte integrante do gesso, como acontece com os fósseis.

No terceiro experimento, a simulação do vulcão, montado com um copo plástico coberto de massa de modelar começa quando se acrescenta vinagre ao bicarbonato de sódio, pois ocorre uma reação química que resulta em borbulhamento.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As rochas podem ser metamórficas, sedimentares e ígneas;
- As rochas sedimentares são formadas após a petrificação dos sedimentos que se depositam uns sobre os outros, ao longo de muitos anos, sob alta pressão;
- Os fósseis são restos ou marcas de seres vivos que estão extintos e ficaram conservados dentro de rochas sedimentares;
- Os vulcões são formações geológicas onde há um ponto de escape do magma do manto até a superfície terrestre, e este é expelido pela alta pressão subterrânea;
- Áreas em torno de vulcões dificilmente têm fósseis, pois a lava que sai nas erupções interrompe o processo de fossilização.

## 5- CLUBE DE CIÊNCIAS DO 7º ANO

O clube de ciências do 7º ano tem uma proposta um pouco diferenciada em relação ao do 6º ano. Considera-se que os alunos do 7º ano já passaram pela experiência de participar de um clube de ciências, o do 6º ano, e por isso já têm a vivência necessária para estabelecer, eles mesmos, algumas atividades do projeto escolhido. Ou seja, as atividades experimentais são induzidas didaticamente, mantendo a autonomia do professor sem invalidar ou restringir a autonomia dos estudantes na proposição de atividades.

Ainda que os alunos tenham liberdade para trabalhar nos projetos envolvendo temas de suas preferências, o que constituiria uma investigação livre, há um encaminhamento atrelado à grade curricular de Ciências Naturais do 7º ano. Citando Pinho Alves (2002):

(...) ter-se-ia em todas as turmas o mesmo final da história, mas o enredo de cada uma será diferente. (p.9).

Os três projetos são detalhadamente apresentados a seguir, da mesma forma que os projetos do 6º ano: para cada aula de cada projeto são apontados os conceitos chaves da aula, a quantidade de experimentos feita, os objetivos da aula, a descrição resumida dos experimentos, os conceitos/ conteúdos que almeja-se serem atingidos pelos alunos e os temas das discussões extras que podem ocorrer.

Seguem abaixo as três propostas de projetos do Clube de Ciências do 7º ano que foram elaboradas para a instituição. No entanto, cabe salientar que o projeto sobre fungos e plantas, o terceiro a ser detalhado, nunca foi escolhido pelos alunos; além disso, o projeto sobre animais, no único semestre que foi escolhido pelos alunos, teve de ser interrompido por motivos organizacionais da escola.

### 5.1- EIXO MEIO AMBIENTE E OS SERES VIVOS

Neste projeto são trabalhados os conceitos relativos às características dos seres vivos em geral, como, por exemplo, as formas de interação das plantas com o ar e a água, a dependência dos seres vivos em relação à água, o funcionamento de um ecossistema aquático e de um terrestre. Segue abaixo (quadro 4) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 4: Aulas do projeto meio ambiente do 7º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	Os seres vivos dependem do ambiente 1
3	Os seres vivos dependem do ambiente 2
4	Os fatores do ambiente 1
5	Os fatores do ambiente 2
6	Montando um terrário
7	Montando um aquário
8	Preservando o meio ambiente
9	Conscientizando para preservar
10	Lanche ecológico

### **Aula 2: Os seres vivos dependem do ambiente 1**

**Conceito chave da aula:** dependência do ambiente pelas plantas.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo evidenciar a relação das plantas com o ambiente.

Para tal, são comparadas as estruturas de tipos diferentes de plantas: plantas que ficam na sombra, plantas de sol, plantas de regiões áridas, como os cactos, plantas de regiões úmidas, como as briófitas. As características das plantas (quanto ao tamanho, intensidade do verde das folhas, tamanho das folhas, espessura das folhas, tamanho da raiz, dureza do caule, dentre outras) são listadas e comparadas, de forma a relacioná-las com o ambiente de onde vieram (sobre os quais os alunos não são informados, pois eles devem justamente, a partir das características, descobrir a procedência da planta).

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As características das plantas indicam precisamente a qual ambiente elas estão adaptadas;
- Quanto maior a disponibilidade de água, maior a planta e maiores e mais finas as folhas;
- Plantas de áreas áridas ou secas têm raízes muito extensas e folhas mais grossas, resistentes;
- Quanto mais escura a folha, menor a incidência de luz sobre a planta (de uma mesma região).

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir o processo da fotossíntese em relação ao ambiente.

### **Aula 3: Os seres vivos dependem do ambiente 2**

**Conceito chave da aula:** dependência do ambiente pelos animais.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo evidenciar a relação dos animais com o ambiente.

Para tal, são comparadas as estruturas de tipos diferentes de animais: os subterrâneos, de deserto, de regiões áridas e úmidas (como os anfíbios). Suas características (quanto ao tamanho do corpo e dos membros, espessura da pele, estrutura respiratória, forma do corpo, dentre outras) são listadas e comparadas, de forma a relacioná-las com o ambiente de onde vieram (sobre os quais os alunos mais uma vez não são informados).

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As características dos animais indicam precisamente a qual ambiente estão adaptados;
- Para os animais terrestres, quanto maior a disponibilidade de água, mais fina será a pele;
- Animais de áreas áridas ou secas têm estruturas respiratórias muito protegidas, para evitar a perda de água;
- Animais aquáticos têm o corpo adaptado à natação, ou seja, são hidrodinâmicos;
- Animais voadores têm mecanismo de diminuir a pressão do peso exercida pelos seus corpos ao distribuir o peso em uma área maior;
- Quanto maior a temperatura do ambiente, maior será a tendência de o animal ser noturno.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir o processo de adaptação aos hábitos noturnos.

### **Aula 4: Os fatores do ambiente 1**

**Conceito chave da aula:** fatores abióticos água e ar.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula demonstra a dependência dos seres vivos em relação a dois fatores do ambiente: água e ar.

Para tal os alunos fazem um experimento comparativo no qual plantam mudas em quatro situações: ao ar livre/ pouca água, ao ar livre/ muita água, em ambiente fechado/ pouca água, em ambiente fechado/ muita água. Ao final de uma semana, as quatro situações são comparadas e os resultados, anotados. As plantas conseguem sobreviver no ambiente fechado por causa da sua forma autótrofa de alimentação, entretanto, morrem sem água.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O ar é uma mistura de gases que, no caso das plantas, é suficiente para o processo de alimentação e respiração, pois são seres autotróficos;

- O ar, no caso dos animais, é essencial para a respiração, pois é a fonte de oxigênio necessário para obtenção de energia;
- A água é fundamental para a manutenção de todas as formas de vida, pois é necessária nos processos fisiológicos de alimentação, respiração, produção de hormônios e divisão celular.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, podem ser discutidos mais aprofundadamente os processos de respiração celular e divisão celular.

## Aula 5: Os fatores do ambiente 2

**Conceito chave da aula:** fatores abióticos temperatura, luz e solo.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula demonstra a dependência dos seres vivos em relação à temperatura, luz e qualidade do solo do ambiente. Para analisar a interferência de cada fator na sobrevivência dos seres vivos, são feitos experimentos comparativos de germinação de sementes de acordo com o que se segue abaixo (tabelas 1 e 2):

Tabela 1: variações dos fatores abióticos no experimento.

Fator abiótico	Situação em relação ao fator	
Temperatura	Quente	Frio
Luz	Claro	Escuro
Solo	Rico em nutrientes	Pobre em nutrientes

Tabela 2: classificação dos experimentos comparativos; como a luz do Sol é ao mesmo tempo a fonte de luz e calor destes experimentos, não há como separar estes dois fatores.

	Quente/claro	Frio/escuro
Rico	A	C
Pobre	B	D

Ao final da observação, após duas semanas, constata-se que nos experimentos C e D a semente não germina; no experimento B a semente germina, mas morre; e, finalmente, no experimento A as sementes germinam, surgem brotos de folhas que continuam crescendo.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Para que as formas de vida sobrevivam, é preciso uma combinação específica de fatores abióticos que estejam em equilíbrio;
- Cada tipo de ser vivo está adaptado a um tipo de ambiente, ou seja, cada ambiente terá uma combinação de fatores abióticos para o qual os seres vivos estarão adaptados;

- A quantidade extrema dos fatores abióticos (excesso ou falta) dificulta ou impede a manutenção das formas de vida.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, é possível fazer uma discussão da relação destes experimentos com a teoria evolucionista de Darwin.

## **Aula 6: Montando um terrário**

**Conceito chave da aula:** ecossistemas terrestres.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é constituir uma atividade de conscientização do cuidado com os seres vivos. Ao serem responsáveis pelo cuidado de um terrário, que ficará permanentemente no laboratório de ciências, os alunos passam a estabelecer relações de responsabilidade sobre a qualidade de vida dos animais e plantas que estão nesse ambiente, bem como estabelecem relações de vínculo uns com os outros, ao obedecerem a escalas de funções para a limpeza e cuidado destes espaços.

Os alunos escolhem se o recipiente onde será montado o terrário será aberto ou fechado: aberto, é possível fazer manutenções mais fáceis e é maior por ser montado num vidro de aquário de tampa removível; se fechado, geralmente é construído dentro de uma garrafa plástica cortada ao meio e selada com fita adesiva após a colocação dos materiais na parte de dentro <sup>25</sup>.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Na natureza, tanto plantas como animais e outras formas de vida se encaixam perfeitamente no ambiente de forma a usar os recursos naturais sem se prejudicarem entre si;
- A vida se mantém possível na natureza porque ocorre um fluxo de energia, seja entre o Sol e as plantas, que são os produtores, seja entre as outras formas de vida que podem se alimentar delas ou de outros seres vivos.

---

<sup>25</sup> A maior parte das vezes o terrário montado foi o aberto, por causa da maior possibilidade de interação (os alunos podem incluir materiais, mudas de plantas, pequenos animais que possam encontrar na área da escola que precisem de cuidados). Em um determinado clube de ciências, os alunos acharam uma lagarta que estava machucada, visivelmente desidratada, e, apesar de grande, muito 'fina', sugerindo que não estava se alimentando. Ela foi colocada no terrário que acabara de ser montado; este foi 'reformado', para que, mediante a ideia dos alunos, fosse colocado um reservatório de água extra, deixando o ar interno do terrário mais úmido e aumentando as chances de a lagarta beber água depositada nas folhas como orvalho. Em suma, a lagarta se recuperou, engordou, fez seu casulo dentro do terrário, e, logo após as férias de julho, irrompeu em uma lindíssima mariposa, que foi solta na floresta da escola.

## **Aula 7: Montando um aquário**

**Conceito chave da aula:** ecossistemas aquáticos.

**Quantidade de experimentos:** um.

Da mesma forma que a atividade anterior, esta aula constitui uma atividade de cuidado com os seres vivos, tornando os alunos os únicos responsáveis pelo cuidado do aquário<sup>26</sup>. Ao perceber a necessidade de limpeza e reabastecimento da água, limpeza dos vidros, dentre outras ações de manutenção, os alunos começam a compreender, pela própria experiência, que aquelas ações também são necessárias num ambiente natural, e que são perpetradas por seres vivos que tem aquela função específica.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os seres vivos estabelecem entre si relações que podem trazer benefícios mútuos ou unilaterais, sem que haja danos a nenhum dos seres vivos envolvidos; estas relações são chamadas de harmônicas;
- Os seres vivos também podem estabelecer entre si relações que podem trazer benefícios para um e danos a outro; estas relações são chamadas de desarmônicas;
- Cada ser vivo na natureza ocupa um espaço específico, chamado de habitat;
- Cada ser vivo também ocupa uma posição e/ou função específica, chamada de nicho ecológico;
- Em cada tipo de ambiente os habitats e nichos ecológicos serão ocupados por seres vivos diferentes.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se incluir a discussão de cadeias e teias alimentares.

## **Aula 8: Preservando o meio ambiente**

**Conceito chave da aula:** ações de preservação ambiental.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é bastante amplo, no sentido de que os alunos determinam quais serão as ações a serem implementadas pelo clube e para o clube na escola. Algumas propostas de ações são: manutenção da horta com adubo vindo da compostagem; montagem e manutenção de lixeiras de reciclagem.

---

<sup>26</sup> É claro que eu, como professora, dou assistência numa eventual necessidade, quando é preciso de um cuidado imediato sem que haja alunos no momento que possam dar cabo da tarefa; no entanto, minha intervenção é mínima e os alunos não são informados de quando porventura ela acontece.

As lixeiras de reciclagem <sup>27</sup> são feitas a partir das lixeiras já existentes na escola e colocadas em pontos estratégicos, onde seja possível também afixar cartazes explicativos sobre as cores da reciclagem. As que já existem são reformadas: recebem uma nova camada de tinta e têm os rótulos e cartazes explicativos renovados. As primeiras lixeiras foram montadas dentro do próprio laboratório de ciências, uma para reciclagem de papel e outra, para plástico (figura 22).

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A reciclagem é um ato de consciência em relação ao ambiente e de preservação não somente da natureza, mas da sociedade humana;
- A reciclagem é a menos importante das atitudes ecológicas: o mais importante é reduzir e reutilizar;



Figura 22: Processo de montagem das lixeiras de reciclagem: os alunos lixam (A), pintam (B) e etiquetam (C) as lixeiras. Vermelho para plástico (D), azul para papel e branco para os materiais ser usados nas aulas de artes. O clube pensou em um descarte intencional de lixo reciclável nesta 'lixeira' para facilitar os trabalhos na disciplina artes visuais nos 6º e 7º anos.

<sup>27</sup> Elas são a ação de preservação mais escolhida em todas as turmas de clube de ciências do 7º ano que fizeram este projeto.

## **Aula 9: Conscientizando para preservar**

**Conceito chave da aula:** conscientização do corpo estudantil da escola.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Além da montagem das lixeiras, várias ações de conscientização são propostas: divulgação das pesquisas feitas e conhecimentos adquiridos ao longo do período de aulas do clube de ciências; enquete com os alunos sobre situações-problema; montagem de uma exposição informativa sobre preservação do meio ambiente.

É organizada uma exposição no hall principal da escola sobre o tema reciclagem, explicando o que é a reciclagem tanto dos resíduos inorgânicos como dos orgânicos, como proceder à reciclagem, quais materiais podem e quais não podem ser reciclados, usando uma linguagem clara, simples, fazendo referência a materiais do dia a dia <sup>28</sup>.

É feita uma sequência de enquetes com os alunos da escola, sobre os diversos aspectos da reciclagem de materiais, bem como questionamentos sobre as atitudes ecológicas que são e/ou poderiam ser tomadas pelos alunos tanto no ambiente escolar como no ambiente familiar. As respostas da enquete são usadas como base para novas pesquisas e exposições do clube.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Metais como as latinhas de alumínio já são 98% recicladas no Brasil, mas há ainda muitos materiais que devem ser reciclados;
- A quantidade de plástico produzida no mundo somente com garrafas plásticas de água é capaz de dar a volta no mundo cinco vezes;
- É importante desenvolver novas tecnologias para reciclagem dos componentes eletrônicos, visto que eles contém metais pesados que podem contaminar a população local, caso seja despejado incorretamente.

## **Aula 10: Lanche ecológico**

**Conceito chave da aula:** alimentação saudável.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula é a última do clube, na qual é trabalhado o conceito de alimentação saudável ao ser organizado um lanche ecológico. Neste lanche, somente alimentos frescos e/ou não industrializados poderiam ser consumidos, estimulando os alunos a elaborarem receitas apetitosas e saudáveis.

---

<sup>28</sup> Acredito que todos nós já tenhamos visto exposições e folhetos sobre reciclagem. A exposição do clube tem o foco direcionado aos materiais que são muito usados na escola, tanto pelos alunos como pelos professores; e em casa, pela família; no escritório, etc. – a lista dos materiais surge a partir das sugestões dos alunos.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O alimento determina as condições de saúde do indivíduo;
- Os alimentos vegetais contêm alta quantidade de sais minerais e água porque vêm dos vegetais, que absorvem estas substâncias do solo e as acumulam;
- Os alimentos animais contêm maior concentração de nutrientes mais complexos porque os animais possuem metabolismo mais complexo e elaborado, além de serem formas de vida heterotróficas, ou seja, se alimentam de outros seres vivos (que também têm metabolismo).

## 5.2- EIXO FORMANDO ZOÓLOGOS

O objetivo deste projeto é trabalhar os grandes grupos animais, de acordo com o andamento do conteúdo da disciplina Ciências Naturais do 7º ano, que aborda as características dos seres vivos à luz da Teoria Evolutiva de Darwin, seguindo um padrão de aumento da complexidade corporal e estrutura geral dos sistemas, estabelecendo uma relação entre as formas de vida e o ambiente onde vivem. Segue abaixo (quadro 5) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 5: Aulas do projeto animais do 7º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	O que é uma chave de classificação?
3	Investigando cnidários e esponjas
4	Investigando vermes
5	Investigando minhocas
6	Investigando crustáceos, insetos e aracnídeos
7	Investigando moluscos
8	Investigando equinodermos
9	Investigando vertebrados
10	Pequenos evolucionistas

### **Aula 2: O que é uma chave de classificação?**

**Conceito chave da aula:** sistema de classificação atual.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é apresentar aos alunos o conceito de chave de classificação dos seres vivos, que atualmente trabalha de acordo com o sistema binomial proposto por Lineu no século XIX.

No primeiro experimento os alunos elaboram uma chave de identificação de objetos. Cada aluno faz a sua chave de classificação, usando o mesmo conjunto de objetos que os outros e ao final, todas são comparadas, evidenciando que as chaves de classificação propostas pelos alunos são todas diferentes, resultando em um número de chaves muitas vezes proporcional ao número de alunos. A existência de formas diferentes de interpretar a ciência, ou no caso da aula, o mesmo grupo de objetos, não faz com que exista um modo certo e os demais errados: ao conferir as chaves de classificação dos alunos, a maior parte não apresenta erros ou incoerências, o que faz com que existam diversos meios de chegar à mesma resposta (a separação dos objetos).

No segundo experimento, os alunos analisam os animais conservados na escola, de forma a estimular o reconhecimento dos animais de acordo com suas características corporais externas e reforçar as técnicas envolvidas na conservação dos animais em uma coleção (figura 23).



Figura 23: identificação e conservação dos espécimes existentes na escola.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Até os dias de hoje, os seres vivos são identificados por dois nomes (no mínimo, mas pode haver mais de dois), em geral em latim, com significado relacionado às características;
- Os seres vivos recebem nomes únicos (espécie), que se relacionam com algumas de suas características físicas ou comportamentais;
- Espécie é a unidade básica da classificação científica dos seres vivos e indica um grupo de seres vivos que compartilham muitas características (genéticas, físicas, comportamentais, fisiológica) e podem gerar descendentes férteis;
- As espécies têm a primeira parte do seu nome indicando o gênero a que pertencem;
- Vários gêneros estão incluídos em uma família;
- Várias famílias pertencem a uma ordem;
- Várias ordens estão agrupadas em uma classe;

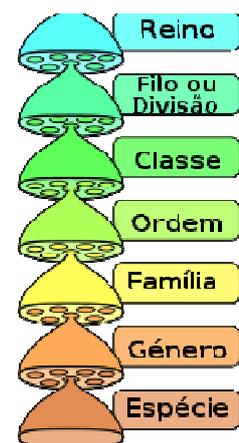


Figura 24: sistema atual de classificação dos seres vivos.

- Várias classes pertencem a um filo;
- Os filos estão agrupados em um reino, que podem ser cinco: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia;
- Um sistema de classificação é proposto por pesquisadores, que tem visões diferentes da ciência e, por isso, podem interpretá-la de formas diferentes;
- Cada nível da classificação dos seres vivos corresponde a um táxon e, por isso, tem uma característica única (inovação evolutiva) que é comum à todos os que estão englobados naquele nível e somente à eles (figura 24).

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir os atuais conceitos conflitantes de espécie, bem como as teorias evolucionistas pós-Darwin.

### **Aula 3: Investigando cnidários e esponjas**

**Conceito chave da aula:** Cnidários e Poríferos.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é oportunizar o contato dos alunos com os filos Porifera e Cnidaria.

Para tal, os alunos fazem uma pesquisa prévia no laboratório de informática sobre os dois grupos animais, selecionando características que para eles eram desconhecidas (por exemplo, a estrutura corporal da caravela, um cnidário que é uma colônia, o ciclo reprodutivo dos corais que só ocorre na lua cheia em uma noite do ano, dentre outras) e listando as conhecidas.

Em seguida, essas características são identificadas e/ou discutidas quando da visualização do material no laboratório de ciências, de acordo com a disponibilidade de exemplares.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os poríferos são os animais de estrutura corporal mais simples de todos;
- Os poríferos têm células que não se diferenciam umas das outras;
- Os poríferos não possuem tecidos embrionários, enquanto que os cnidários possuem dois;
- Os cnidários têm o corpo composto 98% de água e podem formar colônias;
- Cnidários são animais que têm apenas dois tecidos embrionários;
- Os cnidários podem ser fixos (corais) ou livres (águas vivas e medusas);
- Recifes de corais são os cnidários que foram exoesqueleto, a parte dura do coral.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se fazer uma revisão do conceito de célula e reprodução animal.

#### **Aula 4: Investigando vermes**

**Conceito chave da aula:** Nematelmintos e Platelmintos.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo caracterizar os vermes platelmintos e os nematódeos. É possível observar a estrutura de lombrigas, tênias, dentre outros causadores de doenças. Em seguida, é feita uma visita ao laboratório de informática onde os alunos fazem uma pesquisa sobre as verminoses mais comuns no Brasil.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Vermes são animais de organização corporal simples: os platelmintos são acelomados e os nematelmintos são pseudocelomados;
- O celoma é um espaço que se forma, ainda no desenvolvimento do embrião, dentro de um dos três tecidos embrionários (mesoderma), que no feto e adulto originará o espaço das cavidades abdominal e pulmonar;
- Os vermes em geral têm sistema digestório simples, porque muitos são de vida parasita.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir a importância do saneamento básico e da educação na erradicação das verminoses no Brasil.

#### **Aula 5: Investigando minhocas**

**Conceito chave da aula:** Anelídeos.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é apontar as principais características dos anelídeos.

No primeiro experimento, os alunos constroem um pequeno minhocário no qual, ao final de uma semana, é possível ver os túneis abertos pelas minhocas na terra, além da deposição do húmus produzido por elas.

No segundo experimento, os alunos dissecam uma minhoca, observando seus sistemas digestório, circulatório, excretor, dentre outros (figura 25). Em seguida, é feita uma pesquisa no laboratório de informática sobre quais outros anelídeos existem e quais ambientes habitam.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Anelídeos são animais que têm o corpo formado por repetições;



Figura 25: dissecção de uma minhoca, possibilitando a familiarização com o estudo da anatomia interna destes animais.

- Anelídeos podem ser terrestres, marinhos ou dulcícolas, de vida livre ou parasitas;
- Minhocas (poucas cerdas corporais), sanguessugas (nenhuma cerda corporal) e poliquetas (muitas cerdas corporais) são grupos de anelídeos.

## **Aula 6: Investigando artrópodes**

**Conceito chave da aula:** crustáceos, insetos, aracnídeos, quilópodes e diplópodes.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é identificar as diferenças entre os cinco grandes grupos de artrópodes, observando a anatomia interna e externa, dando destaque aos membros articulados, que são uma grande inovação evolutiva dos animais.

No primeiro experimento, os alunos observam as exúvias (mudas) de cigarras e de siris, além das características externas do corpo de aranhas, escorpiões e lacraias. Todos os exemplares têm estruturas semelhantes e análogas: as partes reprodutivas, respiratórias e bucais.

No segundo experimento, os alunos observam as partes da anatomia interna dos siris, identificando a forma das estruturas reprodutivas, a posição dos órgãos e dos músculos. Além disso, é feita uma observação dos membros articulados dos camarões.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os artrópodes são animais que têm como inovação evolutiva os membros articulados;
- Os artrópodes podem ser insetos (têm duas asas e uma antena), crustáceos (têm duas antenas e nenhuma asa), aracnídeos (não têm asas ou antenas), quilópodes (um par de patas por segmento corporal) ou diplópodes (dois pares de patas por segmento corporal);
- Os artrópodes têm esqueleto externo e este é rígido, e por isso precisa ser trocado de tempos em tempos, processo chamado de muda;
- As estruturas reprodutivas dos artrópodes são internas, mas ainda assim revestidas pelo esqueleto externo rígido;
- As estruturas digestórias são semelhantes entre os grupos de artrópodes e diferem apenas pelo hábito e ambiente alimentar (aquático, carnívoro, terrestre, parasita, etc.);
- Inseto é o grupo animal com o maior número de espécies do planeta.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se fazer uma discussão sobre os grupos aparentados dos artrópodes, como os tardígrados e onicóforos.

## **Aula 7: Investigando moluscos**

**Conceito chave da aula:** Moluscos.

**Quantidade de experimentos:** dois.

O objetivo desta aula é trabalhar os conceitos de anatomia interna e externa, observando os exemplares disponíveis e as conchas.

No primeiro experimento, ao analisar os exemplares quanto à sua anatomia externa, identificam-se estruturas reprodutivas, concha, estruturas bucais, ventosas, etc.

No segundo experimento, ao dissecar uma lula, um polvo ou um caramujo, visualiza-se a anatomia interna: posição dos órgãos, estruturas respiratórias, sistema nervoso, etc.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Moluscos são animais que apresentam uma inovação evolutiva: a concha;
- A concha, mesmo que esteja ausente no adulto (como no caso dos polvos), está presente no jovem e na larva;
- Os moluscos podem ser terrestres, marinhos ou dulcícolas;
- São animais carnívoros e por isso têm estruturas bucais muito fortes;
- A pele de muitos moluscos possui cromatóforos, um tipo especial de célula que pode mudar de cor;
- Muitos são usados na alimentação (como lulas, polvos e ostras), mas alguns podem transmitir doenças (caramujos e alguns caracóis);
- A reprodução em geral tem dois sexos separados, mas podem ser hermafroditas;
- Têm o sistema nervoso mais desenvolvido de todos os “invertebrados”.

## **Aula 8: Investigando equinodermos**

**Conceito chave da aula:** Equinodermos.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é observar e analisar a estrutura corporal dos equinodermos. As características externas são analisadas no material disponível na escola, que compreende os esqueletos de uma estrela do mar e uma bolacha da praia (outros exemplares podem ser analisados dependendo de doações ou empréstimos de instituições de pesquisa). Em seguida, os alunos fazem uma pesquisa e assistem a vídeos no laboratório de informática sobre o grupo estudado.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Apresentam espinhos e um sistema ambulacrário como inovação evolutiva;
- Equinodermos são animais marinhos que possuem brânquias para respiração na água;

- São carnívoros e em geral bentônicos (habitam o fundo do mar);
- Têm alta capacidade de regeneração.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir o uso dos equinodermos em pesquisas científicas sobre renovação e regeneração celular.

### **Aula 9: Investigando “vertebrados”**

**Conceito chave da aula:** cefalocordados, urocordados e vertebrados.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como principal objetivo apresentar os alunos a grupos de cordados pouco conhecidos, como os cefalocordados e os urocordados, além de justificar a presença de aspas nas citações sobre “vertebrados” e “invertebrados”.

São analisados os exemplares disponíveis, preferencialmente ascídias, anfioxos e vertebrados em geral (mamíferos, anfíbios, répteis, aves e peixes), quanto à anatomia externa. Em seguida, os alunos fazem uma pesquisa no laboratório de informática sobre a anatomia interna dos cefalocordados e urocordados.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os animais estudados nesta aula pertencem ao Filo Chordata, que tem como inovação evolutiva a notocorda;
- Notocorda é uma estrutura embrionária do sistema nervoso precursora da medula espinhal;
- Cordados são animais que podem ou não ter vértebras, mas têm notocorda quando larvas e/ou juvenis;
- Vertebrados são todos os animais com vértebras, ou seja, são os cordados que tem medula espinhal;
- Invertebrados são todos os animais sem vértebras;
- Os urocordados e cefalocordados também são invertebrados, mas estes têm notocorda quando larvas e/ou juvenis.

### **Aula 10: Pequenos evolucionistas**

**Conceito chave da aula:** montagem de uma árvore da vida.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é dar a entender, a partir da união dos conhecimentos adquiridos durante o semestre, a sequência evolutiva considerada válida atualmente. Nesta aula é

montada uma árvore da vida, semelhante à esboçada por Darwin, mediante a apresentação de todos os grupos que foi feita ao longo das aulas e suas respectivas características. Os alunos revisam todas as características (inovações evolutivas) dos filos estudados e representam de forma artística essas características organizadas de acordo com o seu aparecimento nos grupos animais de acordo com o tempo (baseado no registro fóssil conhecido). Para tal, é feita uma pesquisa prévia no laboratório de informática.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A evolução como é atualmente aceita é uma teoria, que, com as descobertas já feitas pelos pesquisadores, melhor explica a sequência de características encontradas em seres vivos aparentados, que aponta para um aumento de complexidade corporal;
- Esta teoria é reforçada pelos indícios fósseis conhecidos atualmente;
- Todos os seres vivos compartilham um ancestral comum ainda desconhecido;
- É possível identificar resquícios de inovações evolutivas de um grupo em outro, sugerindo que eles são intimamente ligados (exemplo: a repetição das partes do corpo dos anelídeos pode ser encontrada na repetição dos segmentos dos artrópodes e na repetição das vértebras e costelas dos vertebrados);
- Outras teorias que hoje em dia não são mais válidas (como o fixismo e o lamarquismo) foram essenciais para que o darwinismo fosse proposto por Darwin e aceito pela comunidade científica.

### 5.3- EIXO VERDE QUE TE QUERO VERDE

Neste projeto são trabalhados os conceitos relativos às características dos vegetais terrestres e aquáticos, bem como a relação deles com os fungos, caracterizando-os. Um dos objetivos deste projeto é dissipar as frequentes dúvidas dos alunos desta série em relação às características dos fungos, seu papel na natureza e sua “função” para os seres humanos. Segue abaixo (quadro 6) um cronograma das aulas desenvolvidas neste projeto.

Quadro 6: Aulas do projeto plantas e fungos do 7º ano.

Aula	Tema e experimento
1	Apresentação e escolha do projeto
2	Fungo é planta?
3	Colecionando plantas
4	As flores também são meninos
5	O namoro das plantas
6	Porque as plantas são verdes?
7	Fungos: eca! Eca?
8	Criando fungos
9	Replantando a horta
10	E daí os fungos?

## Aula 2: Fungo é planta?

**Conceito chave da aula:** caracterização de fungos.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é evidenciar as principais diferenças de plantas e fungos. No início desta aula, os alunos plantam as sementes que trouxeram e farão o acompanhamento durante o semestre.

Os alunos fazem uma cultura de plantas de alpiste e fungos em duas situações: claro e escuro. Ao plantar sementes de alpiste nos vasos com terra e colocar um deles no claro e outro no escuro, observa-se que as sementes de escuro não sobrevivem, enquanto as de claro crescem. Da mesma forma, a cultura de fungos no pão sobre a bandeja em ambiente claro resseca, mas não apresenta fungos (dentro do período de uma semana de observação) e o pão de escuro mofa.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os fungos são seres que fazem a decomposição da matéria orgânica e precisam de ambiente úmido para sobreviver;
- As plantas são seres que produzem seu próprio alimento a partir do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) do ambiente, e isto só ocorre em presença de luz;
- Enquanto as plantas são seres produtores, os fungos são seres decompositores.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se discutir o conceito de teias e cadeias alimentares.

### **Aula 3: Colecionando plantas**

**Conceito chave da aula:** identificação de árvores e montagem de exsicatas.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem como objetivo fazer um catálogo com as folhas das espécies vegetais da floresta da escola.

Os alunos fazem os procedimentos de montagem de exsicatas (exemplares de plantas conservados) nas coleções botânicas de estudo acadêmico: coleta, identificação, secagem, prensagem e montagem do material.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As plantas são identificadas, ou seja, são denominadas quanto à sua espécie, baseado na forma das flores;
- As plantas têm folhas parecidas quando são da mesma família;
- As plantas podem ser estudadas em laboratório por causa dos exemplares conservados nas coleções botânicas.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se fazer uma discussão sobre o caráter histórico dos registros contidos nas coleções (exemplo: plantas da restinga de Copacabana estão conservadas na coleção botânica da UFRJ, etc.).

### **Aula 4: As flores também são meninos**

**Conceito chave da aula:** estrutura floral.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é apontar as partes reprodutivas das flores, principalmente a masculina.

Ao analisar três tipos de flores: masculina, feminina e hermafrodita e após uma prévia pesquisa sobre a estrutura floral no laboratório de informática, os alunos separam as partes das flores e as fixam em folhas de papel onde as identificam como parte do gineceu ou do androceu.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A flor é a estrutura reprodutiva da planta;
- Os órgãos reprodutivos das plantas amadurecem em um momento do ano, geralmente na primavera, de forma que possam gerar as sementes e, quando existe, o fruto;
- O androceu é a parte masculina da flor e produz pólen;
- O gineceu é a parte feminina da flor e produz as oosferas ou óvulos.

## **Aula 5: O namoro das plantas**

**Conceito chave da aula:** reprodução e polinização.

**Quantidade de experimentos:** um.

Nesta aula os alunos podem observar a estrutura microscópica dos óvulos e do pólen das plantas.

Ao observar a estrutura dos gametas das plantas, é possível entender que são, da mesma forma que os gametas do ser humano, células que se unirão e formarão um embrião, que estará dentro da semente e do fruto, quando este existir.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- A reprodução das plantas ocorre quando o pólen entra na parte feminina da planta e encontra a oosfera (ou óvulo);
- Deste encontro, forma-se um embrião, que fica dentro da semente;
- O processo que possibilita o encontro do pólen com a oosfera chama-se polinização.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se fazer um debate sobre a importância da quantidade de plantas de uma mesma espécie para a manutenção da variabilidade genética daquela espécie, bem como a importância dos animais e fatores abióticos no processo de polinização.

## **Aula 6: Porque as plantas são verdes?**

**Conceito chave da aula:** fotossíntese.

**Quantidade de experimentos:** dois.

Esta aula tem como objetivo a observação da estrutura microscópica das células vegetais, se possível visualizar os cloroplastos e o pigmento fotossintético que causa a cor verde, a clorofila.

No primeiro experimento, ao observar a folha ao microscópio, os alunos percebem que a cor verde da folha está resumida aos cloroplastos, que são muitos dentro das células.

No segundo experimento, ao triturar uma folha, obtém-se um líquido verde; ao colocar esse líquido em contato com uma ponta de papel filtro, é possível observar a separação da clorofila do resto do líquido, identificando-o pela cor verde.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- As partes de uma planta em contato com o Sol podem conter pigmentos fotossintéticos, dentre eles o mais comum é a clorofila;
- A folha é a parte da planta que tem maior concentração de clorofila;

- A clorofila é o pigmento fotossintético que é capaz de, ao absorver a luz do Sol, convertê-la em energia;
- A parte da célula da planta que contém a clorofila é a organela chamada cloroplasto;
- Vegetais que não são verdes possuem clorofila em baixa quantidade, mas realizam a fotossíntese mediante a ação de outros pigmentos, como os carotenóides e as xantofilas.

Dependendo do andamento e do rendimento da turma, pode-se repetir o experimento dois desta aula, de forma a mostrar aos alunos a clorofila  $\alpha$  e clorofila  $\beta$ .

### **Aula 7: Fungos: eca! Eca?**

**Conceito chave da aula:** fungos comestíveis e tóxicos.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é observar a estrutura macroscópica dos fungos e perceber as diferenças existentes entre os fungos possivelmente tóxicos e não tóxicos.

Esta aula começa com uma pesquisa sobre os fungos, no laboratório de informática. Em seguida, após coletar imagens e nomes de fungos tóxicos (os quais não são, por razões óbvias, manuseados pelos alunos em sala), os alunos observam fungos comestíveis, como os que participam da fabricação das pizzas, iogurtes, pães, bolos, bebidas, o champignon, shitake, dentre outros.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Os fungos podem ser tóxicos se, no processo de decomposição da matéria orgânica, liberarem e produzirem substâncias tóxicas que fiquem armazenadas em seu organismo;
- Fungos são importantes na alimentação humana, muito usados para decomposição de açúcares;
- A parte do organismo dos fungos que geralmente é ingerida na alimentação é o corpo de frutificação (ou conjunto de píleo, lamelas e auréola), mais conhecido como cogumelo;
- O corpo de frutificação é a parte reprodutora do fungo;
- Em geral os cogumelos tóxicos têm cores mais fortes, como vermelho, preto e laranja, enquanto os menos tóxicos e/ou comestíveis têm cores mais brandas, mais discretas.

### **Aula 8: Criando fungos**

**Conceito chave da aula:** cultura de fungos.

**Quantidade de experimentos:** um.

O objetivo desta aula é montar uma cultura de fungos em duas situações comparativas.

Ao colocar em dois recipientes o substrato acrescido de água (um substrato com muita matéria orgânica e outro com pouca) e observar ao longo de algumas semanas, é possível visualizar a diferença no crescimento das duas culturas. Ao final do tempo de observação, uma parte desses fungos é raspada para observação microscópica, usando microscópio, lâmina e lamínula.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- O corpo dos fungos é composto por hifas, que se espalham e se organizam formando as diferentes estruturas (micélio, corpo de frutificação, etc.);
- A energia produzida da decomposição da matéria orgânica é usada para construção de novas partes corporais do fungo;
- Os fungos podem ou não projetar corpos de frutificação para fora do solo, porque há dois tipos de fungos: os filamentosos (produzem corpos de frutificação) e não filamentosos.

### **Aula 9: Replantando a horta**

**Conceito chave da aula:** manutenção da horta do clube e da escola.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula constitui um momento bastante prazeroso, quando as mudas e sementes que foram semeadas e cuidadas desde a primeira aula do Clube são plantadas na floresta da escola, bem como a própria horta da escola é renovada: os alunos capinam, limpam os canteiros, regam as plantas e muitas vezes plantam as mudas geradas na horta do clube na horta da escola.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Plantas são seres vivos que podem ser usados na alimentação humana porque suas partes, por conterem nutrientes e sabor palatável, são cortadas e ingeridas;
- As plantas vêm de sementes e, quando estas estão ausentes, podem gerar novas mudas por enxerto ou alporquia;
- A qualidade do solo interfere no crescimento e sobrevivência das plantas.

### **Aula 10: E daí os fungos?**

**Conceito chave da aula:** importância dos fungos.

**Quantidade de experimentos:** um.

Esta aula tem um objetivo gostoso: saborear fungos comestíveis, além de entender a importância dos fungos na alimentação.

Os alunos, a partir das pesquisas já realizadas durante o período do clube de ciências, trazem o máximo possível de alimentos que sejam produzidos a partir dos fungos ou que sejam fungos. Constitui a atividade final do clube de ciências, como um lanche coletivo que eleva a importância dos fungos de meros decompositores a recursos naturais importantes para a sociedade humana urbana.

Além disso, aproveita-se o momento para conversar sobre a importância médica dos fungos, como a descoberta da penicilina, o uso de ergotina pelas parteiras para induzir as contrações do trabalho de parto, etc.

Nesta aula os alunos tendem a chegar às seguintes conclusões:

- Vários alimentos do dia a dia são produzidos por/com fungos;
- Além de ser importante na natureza, onde decompõe a matéria orgânica morta (seres vivos mortos sobre ou dentro do solo), os fungos atuam na produção de medicamentos e nas pesquisas científicas.

**CAPÍTULO 3:**  
**COMO ENTENDER A CONTRIBUIÇÃO DESSES CLUBES PARA**  
**A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?**

*“Tudo o que chamamos de ciência nada mais é que o refinamento do dia a dia”*

ALBERT EINSTEIN

## 1- DEBATE COM OS ALUNOS

Na introdução deste trabalho, brevemente expliquei uma das razões pelas quais fui movida a fazer este estudo. Uma delas foi a minha própria prática docente. A partir deste mover, elaborei um debate com os alunos do colégio que haviam participado do clube de ciências em alguma série – 6º ano, 7º ano ou ambos – no qual eu levantaria questões sobre ciências, sobre o laboratório didático, sobre a origem das ciências, e, por fim, sobre os clubes de ciências.

Este debate foi usado como gatilho, visto que me trouxe algumas revelações bastante fortes a respeito do que se passava na cabeça dos alunos. Utilizou-se, para embasamento teórico e condução do debate, a definição de grupo focal adotada por Gatti (2005), na qual:

Privilegia-se a seleção dos participantes segundo alguns critérios, desde que eles possuam algumas características em comum que os qualificam para a discussão da questão que será o foco do trabalho interativo e da coleta do material discursivo/ expressivo. Os participantes devem ter alguma vivência com o tema a ser discutido, de tal modo que sua participação possa trazer elementos ancorados em suas experiências cotidianas. (p. 7)

Uma técnica de levantamento de dados muito rica para capturar formas de linguagem, expressões e tipos de comentários de determinado segmento (...) (p. 12)

Os alunos que participaram do debate são alunos do Colégio Cruzeiro unidade Jacarepaguá, que participaram das atividades do Clube de Ciências do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II. De um total de aproximadamente 90 alunos que já participaram da atividade, o grupo que compareceu voluntariamente na data marcada foi composto por nove alunos, pertencentes às séries desde o 7º ano (um aluno) até o 9º ano (sete alunos) do ensino fundamental.

Antes do início do debate, cada aluno preencheu um perfil cultural, como o da figura 26, de forma que fornecessem dados sobre a preferência de disciplinas escolares e a participação em outras atividades extracurriculares, dentre outros.

Dos alunos participantes, a maioria tem quinze anos, e estuda na escola desde a educação infantil. São alunos que viajam muito, tanto para dentro do país como para fora – os destinos mais comuns apontados por eles são a Europa e países do continente americano como os Estados Unidos. Todos afirmam ser fluentes em inglês. A maioria gosta de ler,

principalmente revistas, e nenhum dos alunos tem o hábito de ler jornais. Gostam de, no tempo livre, assistir seriados na televisão, ficar no computador e passear com a família. A maior parte deles tem mais de dois computadores na residência, composta de mais de sete cômodos. No computador, gostam de ver vídeos na internet e pesquisar sobre assuntos em geral (não relacionados com ciências). Na escola, a maioria tem como disciplina preferida Ciências Naturais e Matemática; participam de atividades extracurriculares como esportes e línguas.

\_\_\_\_\_\*ANO **EM TODAS AS PERGUNTAS, VOCÊ PODE MARCAR MAIS DE UMA OPÇÃO!** **NÃO ABREVE SEU NOME!**

Nome Completo: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_  
 Nome do Pai: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_  
 Nome da Mãe: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_  
 Estuda na escola desde: \_\_\_\_\_ Idade em 31/12/2012: \_\_\_\_\_

O que faz nas férias? <input type="checkbox"/> Viajo para casa da minha família <input type="checkbox"/> Viajo para fora do país <input type="checkbox"/> Viajo dentro do país <input type="checkbox"/> Fico em casa, mas vou para casa de amigos <input type="checkbox"/> Fico em casa	Caso viaje, para onde vai? <input type="checkbox"/> Dentro do estado do RJ <input type="checkbox"/> RJ, SP, MG e/ou ES <input type="checkbox"/> Sudeste/ nordeste <input type="checkbox"/> Continente Americano <input type="checkbox"/> Europa	Quais idiomas você fala? (com alguma facilidade) <input type="checkbox"/> Inglês <input type="checkbox"/> Alemão <input type="checkbox"/> Espanhol <input type="checkbox"/> Francês <input type="checkbox"/> Outros: _____
O que gosta de ler? <input type="checkbox"/> Jornais (papel ou na net) <input type="checkbox"/> Revistas e livros sobre ciências <input type="checkbox"/> Revistas e livros de temas variados <input type="checkbox"/> Quadrinhos <input type="checkbox"/> Textos na internet (sites) <input type="checkbox"/> Não gosto muito de ler	O que gosta de fazer em seu tempo livre? <input type="checkbox"/> Ficar no computador <input type="checkbox"/> Assistir seriados na televisão <input type="checkbox"/> Ler livros de literatura variada <input type="checkbox"/> Ler livros sobre ciências e áreas afins <input type="checkbox"/> Brincar com os amigos <input type="checkbox"/> Passear com a minha família <input type="checkbox"/> Outros: _____	Qual matéria é a sua preferida? <input type="checkbox"/> Ciências Naturais <input type="checkbox"/> Matemática <input type="checkbox"/> História e Geografia <input type="checkbox"/> Artes <input type="checkbox"/> Língua portuguesa <input type="checkbox"/> Língua inglesa <input type="checkbox"/> Língua alemã <input type="checkbox"/> Educação física
Sua casa tem quantos computadores? <input type="checkbox"/> 1, todos usam <input type="checkbox"/> 2, e um é meu e dos meus irmãos <input type="checkbox"/> 3, e um é só meu	Quais atividades extracurriculares faz na escola? <input type="checkbox"/> Esporte: _____ <input type="checkbox"/> Línguas: _____ <input type="checkbox"/> Clube: _____ <input type="checkbox"/> Outro: _____	O que você mais faz na internet? <input type="checkbox"/> Ver vídeos <input type="checkbox"/> Pesquisar assuntos que gosto (nada de ciências) <input type="checkbox"/> Procurar assuntos interessantes de Ciências <input type="checkbox"/> Visitar o perfil dos meus amigos <input type="checkbox"/> Estudar <input type="checkbox"/> Outro: _____
Sua casa tem quantos cômodos? <input type="checkbox"/> 6 (divido quarto com meus irmãos) <input type="checkbox"/> 7-9, tenho quarto só para mim <input type="checkbox"/> 10-13, tenho suite só para mim <input type="checkbox"/> 14 ou mais, tenho suite só para mim	Quantos clubes de ciências já fez? (escreva o ano e o semestre. Ex:2009-1) 6º ano: _____ 7º ano: _____	Existe algum outro momento no qual você procure saber mais sobre Ciências? _____ _____

Figura 26: perfil cultural dos alunos participantes do debate.

Todos os alunos (excetuando a aluna que está no 7º ano) participaram do clube de ciências do 7º ano e cinco dos nove participaram do clube de ciências do 6º ano. Finalizando o perfil cultural, os alunos afirmaram que procuram saber sobre ciências em momentos como: ao assistir o seriado House (dois alunos), quando se separam com algo interessante (dois alunos), quando algum parente, no ambiente familiar, aponta alguma notícia que aguça a curiosidade (quatro alunos) e no momento de preparação de estudos para as avaliações de ciências (um aluno).

Para o debate, foram elaboradas questões sobre quatro temas principais: “*Ciência e Ciências da Natureza*”, “*Ciências na escola*”, “*Ciências na história*” e “*Ciências na sociedade*”. O roteiro foi elaborado de forma a estimular a conversa entre os participantes, considerando a flexibilidade de tópicos que poderiam ser acrescidos ou excluídos do conjunto.

Os tópicos de cada tema foram expostos aos alunos como uma situação problema, e não como uma pergunta. Organizadamente, os alunos expuseram suas opiniões, elaborando-as mais detalhadamente quando pedido pela moderadora. Caso houvesse opiniões conflitantes, elas eram discutidas de forma a serem entendidas por ambas as partes. Seguem os tópicos de cada tema.

**a. Ciências na história:**

- Como a ciência surgiu?
- Como ela foi produzida ao longo do tempo?

**b. Ciência e Ciências da Natureza:**

- O que é ciência?
- Existe relação entre ciência e natureza?
- Como os cientistas trabalham?
- Quem é cientista?
- Todos os cientistas são iguais ou há hierarquia?

**c. Ciências na sociedade:**

- Como a ciência se apresenta no seu dia a dia? Você a busca? Você se interessa quando ela se apresenta em uma notícia ou jornal?
- A ciência pode ser entendida e aprendida por todos?
- Existe relação entre ciência e tecnologia? E entre sociedade? Ela pode ser independente da sociedade?
- Quem paga pela ciência e pela pesquisa?

**d. Ciências na escola:**

- Porque você quis ingressar no Clube de Ciências? Ele te ajudou em alguma coisa? Fez diferença no seu dia a dia? Fez diferença no seu rendimento escolar?
- Você gosta de ciências? (entende-se disciplina escolar ciências) Ela tem utilidade no seu dia a dia?
- O que você tem a dizer sobre o laboratório didático? E sobre os experimentos? A que eles se remetem? Eles têm relação com os laboratórios científicos?
- Como você entende a ciência? A escola ajuda a entendê-la?

Algumas das revelações que surgiram durante o debate estão abaixo.

“Televisão, computador, sabe... Tecnologia é tudo que é inovador, referente à época em que foi criada.” *Juliana*

“E a tecnologia, é tipo, é algo que você fez pra poder melhorar uma coisa que já existe, tipo, ninguém criou a água, mas criaram a bica...” *Amanda*

“Mas então pros animais, meio que a tecnologia pra eles seria pra eles um processo de evolução? Porque assim, por exemplo, pra um animal se adaptar melhor àquele lugar, sei lá, os dentes dele precisam ser fortes...” *Renata*

“Ah, o método científico é quando você tenta, tenta, tenta e tem uma hora que você consegue chegar a um resultado; é porque você fez um método pra conseguir...” *Renata*

“Algumas pessoas inventam porque estudaram pra fazer isso. E também existem vários tipos diferentes de cientistas.” *Renata*

“Descobrir e saber o porquê das coisas, eu acho que tudo isso é ciência.” *Juliana*

“Mas aí também as descobertas podem ter consequências ruins, por exemplo, eles fizeram o fogo e aí como é que eles iriam apagar? Eles, sei lá, poderiam ter se queimado lá...” *Isabela*

“No momento que você descobre alguma coisa, você pode achar que outras coisas poderiam ser descobertas.” *Christian*

“Existem coisas mais propensas a serem descobertas ao acaso e existem outras menos propensas... Os cientistas podem descobrir algo pelo método científico ou ao acaso, como foi o caso do primeiro antibiótico.” *Juliana*

“Que você pode descobrir sem querer... E no dia-a-dia a gente faz algumas descobertas.” *Beatriz*

“É que a gente tava conversando hoje de manhã... É assim: como que você escreve com uma coisa como uma caneta, tal... e aí sai tinta, assim, sei lá...” *Renata*

“Um exemplo desse negócio de uma pessoa descobrir qualquer coisa, sabe o velcro? Então, o velcro foi criado a partir do carrapicho e foi tipo, um caçador que fez isso e não tinha estudo nenhum; ele tava na floresta e ele começou a ver que os carrapichos estavam grudando nele, na roupa dele e ele começou a estudar o carrapicho, começou a ver de que jeito ele era...” *Amanda*

“Então tipo assim, isso prova que qualquer pessoa pode criar uma coisa nova a qualquer momento.” *Beatriz*

“Newton estudava a ciência, mas a descoberta dele foi meio que sem querer, porque podia cair uma maçã na cabeça de outra pessoa e ela falar: nossa, caiu, legal. Mas ele começou a pensar...” *Marina*

Em algumas destas frases estão incutidos conceitos e ideias acerca da ciência que os alunos podem não se dar conta. E eu me perguntei: “De onde vêm essas ideias?” “Será que o

Clube de Ciências teve algo que ver com isso?” “Será que aqui, na minha frente, estão pessoas, alunos, jovens que têm essas ideias porque gostam de ciências e tecnologia?”

Afirmo que este debate configurou um gatilho porque, a partir de algumas das frases que ouvi durante a conversa com os alunos – algumas das quais estão expostas acima – passei a pensar sobre os processos que permitem a absorção e entendimento dos conhecimentos científicos pelos alunos ocorridos nos Clubes de Ciências por mim organizados, além da permanência desses conhecimentos não somente no ambiente escolar, mas também em outros momentos de convívio escolar e em outros ambientes do cotidiano desses sujeitos nos quais eles não são alunos.

## 2- MÉTODOS DE ANÁLISE DOS PROJETOS

Como forma de sanar minhas indagações já expostas no capítulo anterior, contempladas pelos objetivos deste trabalho, foi feita uma análise de conteúdo por categorias com os seis projetos – três do 6º ano e três do 7º ano. Estes foram avaliados de duas maneiras: quanto às características de cada uma de suas aulas, em relação aos seus experimentos; e quanto aos processos de alfabetização científica que ocorrem nos encontros, tanto o que concorre para a absorção e uso dos termos e conceitos científicos no ambiente escolar (de acordo com o proposto por Shen, 1975), como o que alavanca a formação de um cidadão consciente e preparado para atuar na sociedade em que vive (de acordo com Bybee, 1995).

Quando às características dos experimentos (de acordo com Moraes, 1998), como já explicitado anteriormente, as aulas podem ser:

- *Demonstrativa*: demonstração do professor, sem interação dos alunos com a elaboração dos métodos – experimento serve de base para uma conclusão teórica; nos projetos analisados, nenhuma aula foi classificada como demonstrativa, no entanto posso citar como exemplo uma aula experimental sobre raios catódicos, já conduzida com algumas turmas de 9º ano (na instituição analisada nesta pesquisa), na qual os alunos observaram o funcionamento de um tubo de raios catódicos com o objetivo de, ao concluir como era seu funcionamento, reforçar a teoria estudada em sala;

- *Empirista-indutivista*: experimento leva a uma conclusão que pode ser extrapolada para uma regra generalizada – os alunos seguem um roteiro fechado, pouco dinâmico, chegando a resultados de dados pouco criticizados; da mesma forma que as aulas do tipo demonstrativas, as aulas empirista-indutivistas não foram identificadas nos projetos, mas como exemplo posso citar uma aula experimental de física ministrada para o 1º ano do ensino médio, sobre movimento retilíneo uniforme, usando um trilho de ar: os grupos de alunos fizeram seus experimentos a partir do roteiro experimental, anotaram seus resultados e concluíram como se dá o movimento dos corpos quando não há atrito ou quando não há outras forças agindo sobre eles além da analisada (situação que não se aplica no cotidiano, visto que quase todos os movimentos realizados no dia a dia só existem por causa do atrito com outras superfícies);

- *Dedutivista-racionalista*: o experimento acontece após análise da teoria, pelo qual hipóteses serão comprovadas, refutadas ou ainda modificadas; como exemplo, cito a aula nº 7 do projeto água do clube de ciências do 6º ano, na qual houve uma discussão a respeito das características da água já estudadas, como a densidade e o peso da água, para que então, a partir dos questionamentos surgidos dessa discussão, fossem testadas as hipóteses mediante um protocolo já estabelecido;

- *Construtivista*: o desenvolvimento de novas formas de testar hipóteses e novos protocolos é de responsabilidade dos alunos; a aula é dinâmica e a interpretação dos resultados não se limita ao certo e errado; como exemplo, cito a aula nº 9 do projeto sobre meio ambiente do clube de ciências do 7º ano, na qual os alunos foram responsáveis pelo levantamento das questões de conscientização que seriam feitas na escola, as informações que comporiam essa conscientização, a forma de fazê-lo e outros detalhes da problematização proposta por esta atividade.

Quanto aos processos de AC analisados dentro de cada aula e globalmente nos projetos, as categorias do *ambiente escolar* são:

- *Funcional*: colabora diretamente para a apreensão de termos científicos, aumentando a capacidade dos indivíduos de usarem estes termos em situações específicas escolares; na aula nº2 do projeto água do 6º ano, os alunos passam a usar termos mais científicos, como molécula, átomo, hidrogênio, fórmula química, dentre outros, constituindo uma alfabetização científica funcional;

- *Conceitual processual*: permite que os indivíduos internalizem os termos científicos em conjunto com seus significados, tornando-os uma entidade única; na aula nº 6 do projeto de água do 6º ano, os alunos precisam integrar os conhecimentos já adquiridos a respeito de características da água para entender o que é a densidade da água e usar propriamente este conhecimento nas aulas subseqüentes.

- *Multidimensional*: torna o indivíduo apto a usar os termos científicos, carregados de seus significados, em ambientes que não somente os escolares e em situações problemas do cotidiano, identificando estes conceitos nos mais diferentes veículos; na aula nº 9 do projeto de água do 6º ano, os alunos precisam compilar todas as informações a respeito da água para que consigam discutir sua utilidade para a sociedade humana e sua importância na natureza.

Quanto aos processos de alfabetização científica analisados dentro de cada aula e globalmente nos projetos, as categorias da *formação cidadã* são:

- *Prática*: colabora diretamente para a melhora nas condições de vida do indivíduo, sendo aplicada no dia a dia; na aula nº 8 do projeto de água do 6º ano, o conhecimento adquirido e/ou exposto aos alunos pode, em parte, ser diretamente aplicado em seus cotidianos, quando, por exemplo, estiverem nadando em uma piscina e conseguirem visualizar que seu deslocamento é melhor quando consegue empurrar uma maior quantidade de água com as mãos e os pés;

- *Cívica*: colabora para a melhora da participação dos indivíduos nas decisões coletivas da sociedade onde vive; na aula nº 2 do projeto de água do 6º ano, os alunos adquirem

conhecimento acerca da molécula da água e do que está contido no líquido que vulgarmente chamamos de água, e este conhecimento será aplicado em situações que não somente no cotidiano, mas também influenciará as decisões que serão tomadas coletivamente, como a escolha das fontes de água escolhidas para fornecimento de água na cidade, o que poderá ser usado nas estações de tratamento de água para devidamente limpá-la, etc.;

- *Cultural*: colabora para o aumento dos conhecimentos sobre a ciência, e estes são fruto de uma busca pessoal que não necessariamente se aplica ao cotidiano ou à sociedade onde o indivíduo vive; na aula nº 10 do projeto de água do 6º ano, os alunos têm contato com informações, a partir de suas próprias pesquisas, sobre o uso histórico da água, constituindo um tipo de conhecimento que não será diretamente aplicado ao seu dia a dia, mas servirá para enriquecer seu arcabouço teórico e seu leque de conhecimentos interdisciplinares.

**CAPÍTULO 4:**  
**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

*“Nós somos aquilo que fazemos repetidamente. Excelência, então, não é um modo de agir, mas um hábito”*

ARISTÓTELES

#### 1- REFLEXÕES SOBRE AS ANÁLISES

Os projetos do clube de ciências do 6º e 7º anos do ensino fundamental II do Colégio Cruzeiro foram analisados quanto às suas atividades e às suas aulas, em relação às características de cada experimento que compõe as aulas experimentais e em relação às duas vertentes de alfabetização científica adotadas neste trabalho: formação cidadã (baseada em Shen, 1975) e ambiente escolar (baseada em Bybee, 1995).

Nas análises que se seguirão, foram usadas as seguintes abreviaturas, referentes às categorias já anteriormente explicadas: ED (experimento demonstrativo), EEI (experimento empirista-indutivista), EDR (experimento dedutivista-racionalista), EC (experimento construtivista), ACP (alfabetização científica prática), ACC (alfabetização científica cívica), ACCu (alfabetização científica cultural), ACF (alfabetização científica funcional), ACCP (alfabetização científica conceitual processual) e ACM (alfabetização científica multidimensional).

Concluiu-se que o projeto do 6º ano sobre ar tem atividades experimentais predominantemente dedutivista-racionalistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã do tipo cívica e alfabetização científica escolar dos tipos funcional e conceitual processual. Na tabela 3 estes resultados são apresentados.

Tabela 3: projeto do 6º ano sobre AR:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
O que é o ar?	EDR	ACP	ACF
O ar tem peso?	EDR	ACC	ACF/ACCP
O ar ocupa espaço?	EDR/ EC	ACCu	ACF/ACCP
Tem ar na terra?	EDR	ACC	ACF/ACCP
Tem ar na água?	EC	ACC	ACF/ACM
O ar tem densidade?	EDR	ACC	ACF
O ar tem força?	EDR	ACP/ACC	ACF/ACCP
O ar ajuda ou dificulta?	EC	ACP/ACC	ACF/ACCP
Corrida de carrinhos	EC	ACP/ACC	ACF/ACM

Concluiu-se que o projeto do 6º ano sobre água tem atividades experimentais predominantemente dedutivista-racionalistas e construtivistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã do tipo cívica e alfabetização científica escolar dos tipos funcional e conceitual processual. Na tabela 4 estes resultados são apresentados.

Tabela 4: projeto do 6º ano sobre ÁGUA:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
O que é a água?	EDR/EC	ACC	ACF/
A água tem peso?	EDR/EC	ACC/Cu	ACF/ACCP
A água desaparece?	EDR	ACP	ACF/ACCP
As coisas quando estão na água desaparecem?	EDR/EC	ACP/ACC	ACF
A água tem densidade?	EC	ACC	ACF/ACCP
O que é tensão superficial?	EDR	ACP/Cu	ACF/ACCP
A água tem força?	EDR	ACP	ACF/ACCP
A água é útil?	EC	ACC/Cu	ACF/ACM
Corrida de barcos	EC	ACCu	ACF/ACM

Concluiu-se que o projeto do 6º ano sobre terra tem atividades experimentais predominantemente dedutivista-racionalistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã do tipo prática e alfabetização científica escolar de todos os três tipos. Na tabela 5 estes resultados são apresentados.

Tabela 5: projeto do 6º ano sobre TERRA:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
O Planeta Terra e seus irmãos	EDR	ACCu	ACF
A Terra se movimenta?	EC	ACP/ACC	ACF
O que é o ar da Terra?	EDR	ACP	ACF
O que é a Terra da Terra?	EDR	ACP	ACF/ACCP
O que é a água da Terra?	EDR	ACP	ACF/ACM
A vida depende da Terra?	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Meteorologistas mirins 1	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Meteorologistas mirins 2	EC	ACP/ACC	ACF/ACCP
Rochas, fóssil e vulcão	EDR	ACCu	ACF/ACCP

Concluiu-se que o projeto do 7º ano sobre meio ambiente tem atividades experimentais predominantemente construtivistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã dos tipos prática e cívica e alfabetização científica escolar dos tipos funcional e multidimensional. Na tabela 6 estes resultados são apresentados.

Tabela 6: projeto do 7º ano sobre MEIO AMBIENTE:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
Os seres vivos dependem do ambiente 1	EC	ACCu	ACF/ACM
Os seres vivos dependem do ambiente 2	EC	ACCu	ACF/ACM
Os fatores do ambiente 1	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Os fatores do ambiente 2	EDR	ACP/ACC	ACF/ACM
Montando um terrário	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Montando um aquário	EC	ACC/Cu	ACF/ACM
Preservando o meio ambiente	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Conscientizando para preservar	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
Lanche ecológico	EC	ACP	ACF/ACM

Concluiu-se que o projeto do 7º ano sobre animais tem atividades experimentais predominantemente construtivistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã do tipo cultural e alfabetização científica escolar dos tipos funcional e conceitual processual. Na tabela 7 estes resultados são apresentados.

Tabela 7: projeto do 7º ano sobre ANIMAIS:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
O que é uma chave de classificação?	EC	ACCu	ACF/ACCP
Investigando cnidários e esponjas	EC	ACCu	ACF/ACCP
Investigando vermes	EDR/EC	ACP/ACC	ACF/ACCP
Investigando minhocas	EDR	ACC/Cu	ACF/ACCP
Investigando crustáceos, insetos e aracnídeos	EDR	ACCu	ACF/ACCP
Investigando moluscos	EDR	ACCu	ACF/ACCP
Investigando equinodermos	EDR/EC	ACCu	ACF/ACCP
Investigando vertebrados	EC	ACC/Cu	ACF/ACM
Pequenos evolucionistas	EC	ACC/Cu	ACF/ACM

Concluiu-se que o projeto do 7º ano sobre fungos e plantas tem atividades experimentais predominantemente construtivistas, contribuindo para a alfabetização científica cidadã do tipo cívica e alfabetização científica escolar dos tipos funcional e multidimensional. Na tabela 8 estes resultados são apresentados.

Tabela 8: projeto do 7º ano sobre PLANTAS e FUNGOS:

Aula	Experimentos	Alfabetização científica	
		Cidadã	Escolar
Fungo é planta?	EDR	ACP/ACC	ACF/ACCP
Colecionando plantas	EC	ACCu	ACF/ACM
As flores também são meninos	EDR	ACC/Cu	ACF/ACCP
O namoro das plantas	EDR	ACP/ACC	ACF/ACM
Porque as plantas são verdes?	EDR	ACC/Cu	ACF/ACCP
Fungos: eca! Eca?	EC	ACP	ACF/ACM
Criando fungos	EC	ACP/ACC	ACF/ACCP
Replantando a horta	EC	ACP/ACC	ACF/ACM
E daí os fungos?	EC	ACP/ACC	ACF/ACM

Nas tabelas acima apresentadas os experimentos foram classificados de forma geral. Ou seja, em uma aula que tenha uma determinada quantidade de experimentos maior que um, a classificação apontada nas tabelas representa a que foi identificada na maior parte dos experimentos. A classificação detalhada de cada um dos experimentos das aulas se apresenta no anexo um desta dissertação, visto que a maioria das aulas de todos os projetos é composta de mais de um experimento.

Com relação aos projetos do 6º ano, o panorama geral mostra que são compostos de atividades dedutivista-racionalistas, reforçam a alfabetização científica cidadã cívica e os processos de alfabetização científica escolar funcional e conceitual processual.

De acordo com Hurd (1998), a alfabetização científica precisa reconhecer as mudanças em nossa sociedade, como as novas linguagens cibernéticas e a amplificação do uso dos computadores e da internet. O clube de ciências do 6º ano lança mão dessas premissas e inclui em algumas de suas aulas o uso dos computadores com a ida dos alunos ao laboratório de informática. Este tipo de atividade pode, entretanto, ser intensificada nos projetos, visto que estas idas se resumem à confecção das exposições.

Nos projetos do clube, reforça-se ao máximo o trabalho dos alunos em grupos, montando equipes, que podem, em determinadas situações, receber pontuações de acordo com

as atividades conduzidas para atingirem-se os objetivos<sup>29</sup>. Nos campos de pesquisa, o número de pesquisadores que trabalham em conjunto aumentou exponencialmente, ou seja, ciência e tecnologia são objeto de estudo de pesquisadores das ciências naturais e sociais. Isto acontece para que o produto final, o resultado, seja interdisciplinar e de maior validade/aplicabilidade em nossa sociedade<sup>30</sup> (Hurd, 1998). O trabalho em grupo nos clubes de ciências integra estes dois campos – o científico e o social – com menos expressividade, por causa da forma de trabalhar os conteúdos dos projetos do 6º ano, mas sempre com o intuito de que os resultados sejam alavancados. Na pesquisa em ciência e tecnologia, da mesma forma que no clube, os trabalhos em grupo se estabelecem como unidades cognitivas de maior potencial do que a busca de conhecimentos individual: aprimoram a absorção e ressignificação dos conteúdos.

O conceito tradicional de assuntos separados, fragmentados, estagnados, não tem muito mais sentido em nossa situação científica atual. Há mais de 400 campos de pesquisa científica e na educação, e estes campos representam a quantidade de possibilidades nas quais o processo ensino-aprendizagem pode se estabelecer. Ou seja, quanto mais difícil for para os estudantes identificar de que parte das Ciências Naturais aquele determinado assunto trata, mais adaptado este foco está para as tendências atuais de interdisciplinaridade. Apesar desta tendência, os projetos do 6º ano apresentam pouco desta não-fragmentação, por causa da natureza dos conteúdos: os temas água, ar e terra podem ser trabalhados por um viés mais integrado com o foco geográfico (situando estes elementos e suas características no planeta e nas muitas regiões distintas do mesmo) ou social (o uso destes elementos pela sociedade humana), mas ainda assim, esta tentativa é mais limitada.

A alfabetização científica é tomada como uma competência desejável para resolução de problemas sociais, pessoais, políticos e econômicos que os indivíduos possam enfrentar ao longo de suas vidas (Hurd, 1998). Isso implica em uma tendência de elaborar currículos que incluam essa competência para que sejam relevantes no cotidiano estudantil: aponto os projetos do clube de ciências do 6º ano como possuidores de currículos onde estas abordagens do cotidiano estão incluídas, visto que a alfabetização científica cidadã do tipo cívica é a que indica a aplicação dos conhecimentos científicos na construção de uma sociedade mais hábil e capaz na tomada de decisões.

---

<sup>29</sup> Em geral essas atividades são as de longo prazo.

<sup>30</sup> Em seu trabalho, o autor cita o exemplo das pesquisas sobre AIDS atualmente: pesquisadores das ciências da natureza pesquisam sobre o vírus e suas consequências no corpo humano, enquanto que os cientistas sociais pesquisam os padrões de infecção e a prospecção de infecção por classe de idade, etc.

No clube de ciências do 6º ano, estes processos de tomada de decisão são eficazes porque estão aliados ao processo de alfabetização científica funcional e conceitual processual, que permitem aos alunos a aplicação de conhecimentos científicos com segurança e propriedade, pois passam a fazer sentido e serem aceitos em seus arcabouços teóricos mediante a fusão da concepção prévia destes alunos e as ideias científicas (consideradas atualmente) corretas – ou válidas – expostas a eles no ambiente escolar.

O interesse pelas concepções dos alunos não deve estar centrado apenas na catalogação e identificação das ideias alternativas e intuitivas dos alunos: não somente nos interessam essas ideias como também a dinâmica das mudanças e trocas cognitivas destas por outras mais cientificamente adaptadas ao considerado correto (Driver, 1986). A partir desta premissa, verifico que as aulas do tipo dedutivista-racionalistas, ao se iniciarem com a elaboração de uma hipótese baseada numa teoria fundamentada no conhecimento que os alunos trazem à tona na discussão do tópico, permitem que estas estruturas cognitivas sejam usadas e, caso o processo de alfabetização científica se estabeleça corretamente, sejam modificadas quanto for necessário.

As concepções prévias dos alunos influenciam como os estudantes interagem com os materiais de aprendizagem: não somente elas influenciam nas interpretações dos fenômenos, como nas explicações que dão para os mesmos, a direção de suas observações e o foco de sua atenção nos experimentos que realizam (Driver, 1986). Essa influência torna-se perceptível quando são consideradas as perguntas que surgem e que são feitas antes, durante e depois dos experimentos, além da forma como os alunos representam, nas folhas pautadas do clube, os procedimentos realizados durante a aula.

Como Driver (1986) também explica, em algumas situações as construções que já existem no arcabouço teórico dos alunos são utilizadas para dar sentido às novas construções a que são apresentados, sem que haja necessidade de grandes mudanças de escopo teórico. Em outras situações, o ato de dar sentido a um novo conhecimento requer um processo de reformulação de ideias preexistentes para que se construam novas ideias. Este processo é mais intenso quanto mais específicos e fora do cotidiano do indivíduo forem os conhecimentos novos a que estão sendo expostos. Considerando que os projetos do clube de ciências contêm conhecimentos mais aproximados deste padrão de conteúdos externos ao cotidiano familiar e escolar (exemplo, Princípio de Pascal, fórmula química molecular, etc.), nas aulas do 6º ano é esperado que os alunos reformulem mais suas ideias de forma a construir novos conceitos.

Os alunos da série em questão ainda apresentam-se mais formalmente na etapa das operações concretas, possuindo menor desenvolvimento do pensamento abstrato que os

alunos do 7º ano. A compreensão desta característica, ou seja, a aceitação das estruturas lógicas dos alunos fez com que durante as aulas dos projetos pouca ou nenhuma dificuldade tenha sido encontrada para o desenvolvimento e compreensão das atividades pelos alunos, visto que os experimentos conduzidos nos projetos, sendo mais operacionais que os dos projetos do 7º ano, fazem mais sentido para os alunos e são mais aceitos pelas turmas mais novas.

Com relação aos projetos do 7º ano, o panorama geral mostra que são compostos de atividades construtivistas, reforçam a alfabetização científica cidadã cívica e os processos de alfabetização científica escolar funcional e multidimensional.

A alfabetização científica precisa reconhecer as mudanças em nossa sociedade, como a nova era em que estamos, a da informação, onde ter acesso a informação não necessariamente implica em adquirir conhecimento (Hurd, 1998). Este constitui o principal foco das aulas e projetos do clube de ciências do 7º ano: reconhecer as mudanças atuais da nossa sociedade e adequar o currículo escolar (no caso o projeto do clube) de forma que as informações se reflitam em conhecimento adaptado a realidade onde vivem os alunos.

Como já falado, nos campos de pesquisa, pesquisadores vêm trabalhando em conjunto para que o resultado tenha maior aplicabilidade em nossa sociedade. O trabalho em grupo nos clubes de ciências do 7º ano se enquadra perfeitamente nesta perspectiva, visto que a maior parte das atividades é realizada em grupo ou em duplas. Desta forma, a formulação de conceitos e a tomada de decisões acerca dos experimentos é mais elaborada e em geral, mais rica, tanto em conhecimentos, como na troca destes. Os conteúdos abordados nos projetos do 7º ano são raramente fragmentados, estagnados, de forma que por vezes os alunos sugerem encaminhamentos mais de cunho social, ou elaboram trabalhos com enfoque mais cotidiano, como no caso da exposição sobre reciclagem e das pesquisas históricas das teorias evolucionistas – os projetos incluem a competência de serem relevantes no cotidiano estudantil dentro e fora da escola.

Seres humanos são os únicos organismos vivos cujas capacidades adaptativas estão permeadas por aprendizado. Isso implica numa direta relação entre aprendizado e melhora nas condições de vida pessoal do indivíduo. Quanto mais o indivíduo aprende, melhor adaptado estará ao seu mundo social e ao seu ambiente (Hurd, 1998). Sendo assim, quanto mais adaptados ao cotidiano forem os currículos, como é o caso do clube de ciências do 7º ano, mais rápida e eficaz será a relação entre o uso do conhecimento e o dia a dia do indivíduo.

Nos projetos do 7º ano, a maioria massiva das aulas foi classificada como construtivista, o que está de acordo com o ponto de vista de Driver (1986), quando este

defende que o interesse pelas concepções dos alunos não deve estar centrado apenas na identificação das ideias dos alunos, mas na dinâmica das mudanças e trocas cognitivas destas. Durante estes projetos, essas trocas foram a todo momento reforçadas, prezadas, levadas em consideração, mediante a inclusão dos alunos nos processos de estabelecimento dos problemas de cada aula a serem resolvidos e da maneira de como o seriam. Ainda de acordo com este autor, as concepções prévias dos alunos influenciam na aprendizagem. Essa influência torna-se perceptível quando analiso, pessoalmente, todas as muitas diferentes escolhas já feitas pelas turmas dos clubes de ciências do 7º ano: enquanto uns preferem começar por um bloco de atividades, outros preferem esmiuçar determinados conceitos de algumas das aulas feitas durante o semestre. Quanto mais se direcionam as aulas para um viés construtivista, maior é a eficácia da reformulação das ideias, ou seja, quanto mais envolvido (dentro e fora do ambiente escolar) o aluno se encontra no conhecimento abordado na aula, mais aquele conhecimento fará sentido no arcabouço teórico recém construído e modificado.

As perspectivas de alfabetização científica abordadas neste trabalho são incluídas na abordagem sociológica de Laugksch (2000). De acordo com ele, o propósito desses tipos de abordagem são os de identificar e descrever a gama de possibilidades de interações entre os conteúdos já internalizados dos indivíduos a respeito da ciência e os conhecimentos científicos advindos diretamente da pesquisa científica. Nosso objetivo nunca foi analisar a forma como a alfabetização científica se dá, mas qual tipo ou classe deste processo, de acordo com a descrição encontrada nas literaturas de referência, pode ser identificado nas aulas e atividades do clube de ciências. Considerando que as atividades do clube do 7º ano foram classificadas como cidadã cívica e escolar multidimensional, esta abordagem está presente e é eficaz nos projetos, pois estes reforçam a conjugação dos conhecimentos científicos que os alunos já possuem – adquiridos, por meio de leituras, de reportagens, do convívio com familiares envolvidos com a pesquisa, etc. – com os apresentados nos ambientes formais de educação: a alfabetização científica cívica possibilita que esses alunos, na posição de indivíduos, sejam mais capazes de tomar decisões; a alfabetização científica multidimensional permite que eles apliquem esses novos conhecimentos criticizados nas mais diferentes situações do cotidiano.

Apesar de todas essas contribuições dos clubes de ciências do 6º e 7º anos, alguns pontos carecem de melhorias nas aulas.

O primeiro deles é a discussão de hipóteses. As teorias são geralmente discutidas no início das aulas, como sondagem do conhecimento dos alunos acerca do assunto a ser tratado. No entanto, a discussão de possíveis explicações para a situação problema exposta é pobre, ou

seja, está presente em menor intensidade do que seria esperado ou desejado. É importante a discussão dessas hipóteses para a expansão da habilidade de estruturação do raciocínio lógico dos alunos. Essas constantes elaborações permitem que os alunos percebam que a construção da Ciência não é algo exclusivo dos cientistas ou que se aplica somente às pesquisas tecnológicas.

Em segundo lugar, os clubes de ciências aparentam carecer de liberdade para os alunos na elaboração dos protocolos experimentais: por vezes, é feita a discussão sobre a situação problema, mas a formulação das hipóteses a serem testadas já é pré-estabelecida, o que pode suprimir o uso da criatividade e do espírito investigativo dos estudantes. Além disso, ao expor os alunos a uma maior gama de possibilidades de testar determinada hipótese, melhoram-se as habilidades de manejo e coordenação motora grossa e fina dos indivíduos.

Outro ponto que merece atenção e melhorias é a testagem e a solução dos problemas através de uma gama maior de metodologias. Ou seja, pensar em estratégias experimentais que permitam as testagens de formas diferentes, e não apenas aquelas poucas formas mais “óbvias” ou “clássicas” de resolução. A liberdade de testar hipóteses nos exercícios experimentais como tentativas de soluções dos desafios propostos, deve contemplar a chance de propor diferentes meios ou caminhos para chegar ao resultado desejado. Diferentes exercícios e diferentes caminhos para a solução oferecerão condições ao estudante no desenvolvimento de táticas e estratégias que possam ser utilizadas em outras situações (Pinho Alves, 2002).

## 2- CONSIDERAÇÕES FINAIS

No começo do século 20, as pesquisas científicas estavam centradas nas pesquisas da Física, quadro que se reverteu grandemente culminando, na virada do milênio, com a centralização das atenções da comunidade científica para as ciências biológicas, especificamente para os aspectos funcionais da ciência e tecnologia – e não mais somente a busca por novas teorias e leis, a chamada pesquisa de base – que pudessem ser aplicados no desenvolvimento econômico, progresso social, melhora da qualidade de vida da sociedade humana (Hurd, 1998). Esse desenvolvimento perpassa pela educação formal proporcionada pela escola e, durante anos, as tentativas de melhora nos currículos de ciências se limitaram a uma atualização dos conteúdos advindos das ciências de base. Ou seja, os currículos, mesmo os mais atualizados, se mantêm altamente descritivos, focados nas leis e teorias, dando importância aos nomes dos conceitos em prol da significação destes. No entanto, estas estratégias de atualização sublimaram as constantes mudanças na sociedade, bem como a resolução de problemas significativos que surgem (Hurd, 1998).

Ou seja, apesar de atualmente o foco dos estudos científicos e tecnológicos estar posicionado na aplicação das novas descobertas na sociedade e na melhoria das condições de vida, gerando um bem comum a todos, os currículos escolares de ciências não vêm refletindo esse foco (Hurd, 1998). Gostaria de pensar que os clubes de ciências analisados neste trabalho existem como uma contraproposta deste tipo de currículo, que neles os conhecimentos científicos e escolares abordados experimentalmente são relacionados e usados no dia a dia dos alunos, influenciando as famílias e os círculos sociais dos quais estes indivíduos participam, refletindo-se na melhoria das condições de vida; gostaria até de pensar que, em última instância, esses conhecimentos influenciam a ponto de criar uma consciência mais ecologicamente criteriosa – sem ser piegas ou “eco-chata” – nos meios onde circulam estes alunos, no tocante ao uso de energia elétrica e de água, à redução do uso do plástico, ao descarte apropriado de óleo de cozinha usado, ao respeito com as formas de vida quaisquer que sejam elas, ao direcionamento de pensamentos em relação ao meio ambiente que favoreçam a manutenção do planeta e possibilitem a sobrevivência dos seres humanos.

Sendo assim, o ensino de ciências precisa de uma mudança na forma de ensinar, passando de uma mera transmissão de conhecimentos a uma orientação na qual os estudantes são impulsionados a construir seus próprios significados. As estratégias usadas para se obter este resultado, de acordo com Driver (1986) são:

- A identificação das ideias prévias dos alunos;
- A reflexão sobre as mesmas mediante o uso de contrapropostas;

- A introdução de conceitos científicos;
- O uso de novas ideias e conceitos em um grande espectro de situações.

Exceto, talvez, pelo último dos quatro pontos apresentados, estas estratégias são identificadas no clube de ciências, configurando-o como uma tentativa de vanguarda na mudança dos currículos escolares de ciências.

A ciência é geralmente vista como o epítome da especialização e da tecnicidade de uma prática de pesquisa, e isso muitas vezes a “retira” do meio cultural popular por se apresentar específica demais para o entendimento geral (Laugksch, 2000). Como cita este mesmo autor:

O isolamento da ciência da cultura geral resulta na incapacidade do público em geral de entender a ciência apropriadamente, e como consequência, os cidadãos adotam uma postura frente à ela de adulação e medo. O aumento da alfabetização científica da população em geral neutralizaria essa imagem de “culto da ciência” (p. 85, *tradução minha*)

Os clubes entram neste processo como uma ferramenta para extinguir tal imagem mítica erroneamente construída, dirimindo dúvidas concernentes à capacidade dos cidadãos de fazer ciência. Como uma aluna mesma citou no debate “*qualquer pessoa pode criar uma coisa nova a qualquer momento, qualquer pessoa pode ser um agente da ciência*”, ou seja, nesta frase, incutida de um dos pressupostos de Bourdieu acerca da produção científica (de que a ciência em si não é um “super-poder” do cientista, ela é apenas o produto de seu trabalho exaustivo de pesquisa), fica claro que esta visão superior da ciência não está de acordo com o que a aluna acredita. Acredito eu também que nenhum dos alunos do clube tenha essa percepção ativa de ciência, por terem participado do clube de ciências, atividade na qual a “ciência” foi claramente atingida mediante experimentos elaborados, conduzidos e interpretados pelos próprios alunos.

A perspectiva construtivista, presente de forma expressiva nos projetos do clube de ciências, sugere que mais que “extrair” conhecimento da realidade, aprender com ela, a realidade só existe na medida em que a construímos baseados em nossas experiências físicas (Driver, 1986). Os experimentos dos clubes entram nesta perspectiva ao fornecer aos alunos um contato físico que entra permanentemente para o conjunto de experiências físicas que colaboram para a expansão das capacidades de aprendizado e compreensão dos indivíduos. Esta compreensão implica na existência de expectativas a respeito daquele conhecimento que estão baseadas em o indivíduo não ser um mero receptor passivo de informações (Driver, 1986).

A importância da discussão da contribuição dos clubes de ciências para os processos de alfabetização científica gira em torno de alguns pontos de ordem macrosociológica e microsociológica.

Em uma visão macro, há uma forte conexão entre a AC e o bem estar econômico de uma nação: quanto mais alfabetizados cientificamente estão os indivíduos de uma nação, melhor será, coletivamente, a disputa por mercados tecnológicos e a qualificação de pessoal para trabalhar nas mais diversas áreas e setores da economia capitalista, aumentando a remuneração destes profissionais. Além disso, quanto mais alfabetizados, mais os indivíduos de uma nação estarão aptos para entender e dar suporte aos investimentos em pesquisa científica feitos pelos governos de seus países, tornando-se um ciclo “vicioso” benéfico (Laugksch, 2000).

Em uma visão micro, indivíduos cientificamente alfabetizados têm mais acesso a melhores oportunidades de emprego, pois:

É popularmente aceito que o conhecimento sobre a ciência é um importante elemento do que significa um indivíduo ter acesso educação formal no século 20 (...) (Laugksch, 2000, p.86, *tradução minha*)

Em última instância, a promoção da alfabetização científica alavanca a promoção da própria cultura atual. Os clubes de ciência participam da divulgação e promoção da cultura local diretamente focada e aplicada ao cotidiano dos indivíduos, auxiliando no estabelecimento da relação de sentido entre o que se aprende na escola e o que é necessário para um bom convívio na sociedade.

Os alunos do clube de ciências, como já citado anteriormente, são indivíduos que têm acesso a uma gama extensa de oportunidades de adquirir, ressignificar e aplicar conhecimentos. O grupo participante do debate foi considerado grupo amostral representante do perfil dos alunos do clube de ciências. Mediante as características assinaladas no perfil cultural, percebe-se que o clube é alvo de alunos que gostam de ciências. Ou seja, notícias veiculadas na mídia, fatos do dia a dia – como o citado por eles mesmos no debate a respeito da caneta esferográfica que nas palavras deles “é um invento muito doido” – e conversas com familiares podem ser momentos nos quais os processos de alfabetização científica estimulados pelos clubes podem se perpetuar e ser reforçados, da mesma maneira que, nestes mesmos momentos, os conhecimentos adquiridos experimentalmente no clube podem ser colocados à prova, se mostrando internalizados de forma definitiva no arcabouço teórico dos sujeitos ou não. Além disso, são leitores assíduos e têm amplo acesso à internet. Por isso, o processo de inscrição mencionado anteriormente permite que, mesmo após o término das aulas nas quais

determinados assuntos foram debatidos, os alunos tenham a possibilidade de chegar a casa e, ao proceder a uma leitura de um texto ou assistir a um vídeo, entendam e apreendam os tais conteúdos científicos ao se encontrarem frente a frente com novas situações problema nas quais estes conteúdos lhes sejam apresentados sob outra roupagem.

Igualmente ao aprendizado das letras, o aprendizado das ciências é uma construção, conforme Soares (2004) afirma:

A aprendizagem se dá por uma progressiva construção do conhecimento, na relação da criança com o objetivo “língua escrita”; as dificuldades da criança, no processo de construção do sistema de representação que é a língua escrita – consideradas “deficiências” ou “disfunções”, na perspectiva dos métodos tradicionais – passam a ser vistas como erros construtivos, resultado de constantes reestruturações (p.11).

Traçando um paralelo com o conceito de alfabetização científica, as dificuldades e impedimentos encontrados pelos alunos quando aprendem os conceitos científicos nos momentos de educação formal das Ciências Naturais, a partir de uma visão construtivista podem ser interpretados como o estágio que precede a apreensão dos conhecimentos mediante a formulação de novas estruturas cognitivas – estes conhecimentos eventualmente, quando o sujeito tiver contato com outras experiências e situações problema desafiadoras, se assentarão e passarão a fazer parte do arcabouço teórico.

Os clubes de ciências se enquadram na tentativa de descaracterizar essas deficiências dos alunos, conforme postula Soares (2004) e lança mão das quatro estratégias apontadas por Driver (1986) como interessantes para um ensino construtivista. Nota-se que a total ausência de atividades experimentais do tipo demonstrativa corrobora esta minha afirmação, pois a condução de tais experimentos impede a participação dos alunos nas etapas da aula prática. Da mesma maneira, experimentos empirista-indutivistas não foram identificados nos projetos, permitindo que se façam algumas afirmações sobre estes:

- I- Mesmo sem o conhecimento específico sobre o ensino de ciências e sobre alfabetização científica na época do planejamento destes projetos, o idealizador do clube de ciências fez uso de premissas claramente construtivistas na elaboração das atividades do clubinho <sup>31</sup>;

---

<sup>31</sup> Expresso aqui, no final deste trabalho, meu receios iniciais: o primeiro a respeito da minha tarefa, neste mestrado, de avaliar meu próprio trabalho – isto se constituiu em uma constante vigília para que não me fugisse o rigor da análise e a objetividade nas descrições; e o segundo, a respeito do que resultariam as análises – será que estes projetos foram bem formulados? Será que meu trabalho estava sendo válido mesmo? Será que o objetivo do clube, que é constituir um momento a mais de aprendizado das ciências da natureza, estava sendo atingido? Saber que, mesmo totalmente ignorante a respeito dos muitos tópicos teóricos aqui discutidos, os

- II- O padrão de atividades experimentais dos projetos do clube de ciências do 6º ano está adequado à faixa etária dos alunos, visto que neles trabalha-se de forma “menos livre”, ou seja, está adaptado às estruturas lógicas do pensamento menos abstrato dos alunos;
- III- O padrão de atividades experimentais dos projetos do clube de ciências do 7º ano também está adequado à faixa etária dos alunos: instiga a criatividade e a liberdade mediante a preparação que já tiveram – em teoria – no clube do ano anterior;
- IV- Os bons resultados obtidos por esta análise devem servir de alavanca para o aprimoramento das atividades experimentais dos projetos do clube, visto que pontos como a discussão de teorias, elaboração de hipóteses e condução de diferentes testagens pelos alunos ainda são pouco trabalhados;
- V- O clube de ciências colabora para a apreensão de conteúdos científicos dos alunos participantes pois se baseia em princípios de transmissão de conhecimentos escolares aliados aos conhecimentos científicos mais específicos, mediante o ritmo e a curiosidade dos alunos.

Grosso modo, os projetos carecem de algumas melhorias:

- 1º. É preciso investir mais na discussão de situações problema e assuntos do cotidiano trazidos pelos alunos: essas discussões instigam a procura por explicações que resolvam os problemas e incentivam a elaboração de testes que possam dar bons resultados para tal;
- 2º. É preciso incentivar o pensamento crítico de forma que os alunos sejam capazes de, a partir da discussão das situações-problema, estabelecer protocolos de teste e métodos experimentais para resolvê-los;
- 3º. É preciso instrumentalizar os estudantes para que, mediante o estabelecimento de métodos experimentais, possam montar protocolos os mais diversos possíveis, na tentativa de analisar as variáveis envolvidas no problema.

É claro que estas recomendações não têm a intenção de configurar um tipo de receita prescritiva, pois ao empreender tal tentativa, barra-se a espontaneidade do processo, fazendo-o retomar o dogmatismo tradicional. Em uma situação idealizada, seria de esperar

---

projetos foram elaborados de acordo com o que agora posso afirmar, deveriam ter sido realmente elaborados, me enche de alegria e me revigora para aprimorar ainda mais as aulas práticas dirigidas a esta atividade.

disponibilizar ao professor um acervo extenso para os possíveis encaminhamentos do diálogo didático. A impossibilidade de prever estas diferentes alternativas e suas consequências justifica o induzir didático do professor. Sua experiência profissional permitirá uma análise das necessidades da situação, encaminhando-a na busca de “vivências pessoais” dos estudantes, que desemboquem em alternativas previsíveis e didaticamente controladas. Ao professor caberá a tarefa da escolha (Pinho Alves, 2002).

Deixa-se aqui a recomendação de que estes projetos sejam continuamente revisados e ressignificados mediante o perfil de cada grupo que se matricula no clube, para que o sucesso desta atividade extracurricular se mantenha.

Finalizando, o que se busca com os clubes de ciência não é uma alfabetização em termos de propiciar somente a leitura e apropriação de informações científicas, mas que a interpretação do seu papel social esteja internalizada e seja aplicada no ambiente escolar e em outras situações do cotidiano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*“Os homens são como moedas; devemos tomá-los pelo seu valor, seja qual for o seu cunho”*

CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE

- ABE, J.M. 1991. Verdade pragmática. *Estudos avançados*, 12 (5): 161-171.
- ABREU, M.C. 2008. Laboratórios para o século XXI. *Gazeta de Física*, 31 (1-2): 41-42.
- ALMEIDA JÚNIOR, J.B. 1979. A evolução do ensino de Física no Brasil. *Revista de Ensino de Física*, 1 (2): 45-58.
- BARBIERI, M.R. 1988. Ensino de Ciências nas escolas: uma questão em aberto. *Em aberto*, 7 (40): 17-24.
- BIZZO, N. 1992. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? *Em Aberto*, 11 (55): 29-35.
- BORGES, R.M.R. 2008. Repensando o ensino de ciências. In: MORAES, R. (org.) 2008. *Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre, EDIPUCRS.
- BOURDIEU, P. 1989. *O poder simbólico*. Lisboa. Ed. Difel.
- BOURDIEU, P. 2004. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo, SP. Ed. UNESP. 86 p.
- BRASIL, 2000. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental – 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ: DP&A, 136p.
- BYBEE, R. 1995. Achieving scientific literacy. *The science teacher*, 62 (7): 28-33.
- CALDERAN, E., DEGASPERI, T.C. & MASSABNI, V.G. 2008. Laboratórios escolares de Ciências: “Uma espécie em extinção”? In: *Anais do XVI Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, Ribeirão Preto, SP*.
- CHALMERS, A. 1993. *O que é a ciência afinal?* São Paulo: SP. Editora Brasiliense, 225 p.
- CUNHA, L.A. 2007. O desenvolvimento meandroso da educação brasileira entre o Estado e o mercado. *Educação e Sociedade*, 28 (100): 809-829.
- DANTES, M.A.M. 1988. Fases da implantação da Ciência no Brasil. *Quipu*, 5 (2): 265-275.
- DAYRELL, J.T. 1996. A escola como espaço sócio-cultural. In: DAYRELL, J. (org.). *Múltiplos olhares sobre educação e cultura*. Belo Horizonte: Editora da UFMG.
- DRIVER, R. 1986. Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1): 3-15.

- GATTI, B. A. 2005. Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas. Brasília: Liber Livro Editora.
- GILBERT, J. K., OSBORNE, R. J. & FENSHAM, P. J. 1982. Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4): 623-633.
- GIORDAN, M. 1999. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na escola*, 10: 43-49.
- HARRES, J.B.S. 1999. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4 (3): 197-211.
- HODSON, D. 1994. Investigación y experiencias didácticas: hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3): 299- 313.
- HURD, P. 1998. Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82 (3): 407-416.
- JAPIASSÚ, H. & MARCONDES, D. 1996. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro, RJ, Ed. Jorge Zahar.
- KRASILCHIK, M. 2000. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, 14 (1): 85-93.
- KUHN, T.S. 2009. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo – Ed. Perspectiva.
- LAUGKSCH, R. 2000. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84 (1): 71-94.
- LEDERMANN, N.G. 1992. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4): 331-359.
- LOPES, A. R. C. 1997. Conhecimento escolar em química – processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, 20 (5): 563- 568.
- LOPES, A. R. C. 2007. *Conhecimento escolar e conhecimento científico: diferentes finalidades, diferentes configurações*. In: Lopes, A. R. C. Currículo e Epistemologia, Coleção Educação em Química. Editora UNIJUÍ (pp 187-204).
- LORENZETTI, L. & DELIZOICOV, D. 2001. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3 (1): 1-17.
- MANN, V.S. 2009. A educação tecnológica no ensino fundamental: da teoria à prática desenvolvida no instituto de Tecnologia ORT. Dissertação de mestrado do programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ.

- MARÍN MARTÍNEZ, N. 2003. Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciências* 21 (n. extra): 43-55, Barcelona.
- MARTINS, I., OGBORN, J. & KRESS, G. 1999. Explicando uma explicação. *Ensaio*, 1 (1): 1-14.
- MARTINS, I. 2008. Alfabetização científica: metáfora e perspectiva para o ensino de ciências. Artigo apresentado no XI Encontro de Pesquisa em Ensino em Física – Curitiba, PR.
- MORAES, R. 2008. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: MORAES, R. (org.) 2008. *Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre, EDIPUCRS.
- MOREIRA, M.A. & OSTERMANN, F. 1993. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10 (2): 108-117.
- OLIVEIRA, M.A. 2010. Alfabetização científica no clube de ciências do Ensino Fundamental: uma questão de inscrição. *Ensaio*, 12 (2): 11-25.
- PINHO ALVES, J. 2002. *Atividade Experimental: uma alternativa na concepção construtivista* In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia. Atas do VIII EPEF. São Paulo: SBF.
- PORTO-GONÇALVES, C.W. 2008. De sabores, de saberes e de poderes (não publicado).
- QUEIROZ, G.R.P.C. & BARBOSA-LIMA, M.C.A. 2007. Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: atualidade do construtivismo. *Ciência & Educação*, 13 (3): 273-291.
- RAMOS, M.G. 2003. Epistemologia e ensino de ciências: compreensões e perspectivas. In: MORAES, R. (Org). *Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- RIO DE JANEIRO, Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro. 1990. *Programas 1988, 1989 e 1990*. Rio de Janeiro: CECIERJ.
- RIO DE JANEIRO, Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro. 1990. *Relatórios Gerais das Atividades – 1987/90*. Rio de Janeiro: CECIERJ.
- RODEN, J. & WARD, H. 2010. O que é ciência? In: WARD, H., RODEN, J., HEWLETT, C. & FOREMAN, J. 2010. *Ensino de Ciências*. Porto Alegre: Artmed Editora. 224 p.

- ROSA, C.W. & ROSA, À.B. 2010. Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. *Revista Ibero-americana de educação*, 52 (6): 1-11.
- ROSITO, B.A. 2008. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (org.) 2008. *Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre, EDIPUCRS.
- SAVIANI, D. 2008. *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas, SP. Ed. Autores Associados. 474p.
- SANTOS, W.L.P. 2007. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social. *Revista Brasileira de Educação*, 12 (36): 474-492.
- SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. 2005. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M., SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. & AMORIM, A. C. (orgs.) *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói, RJ: Eduff. 208 p.
- SHEN, B.S.P. 1975. Science Literacy. *American Scientist*, 63: 265-268.
- SOARES, M. 2004. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. *Revista Brasileira de Educação*, 25: 5-17.
- TAMIR, P. 1991. Practical work in school science: an analysis of current practice. In WOOLNOUGH, B 1991. *Practical Science - The role and reality of practical work in school science*. Open University Press, Celtic Court, Buckingham.
- VEIGA-NETO, A. 2009. Uma vila voltada para trás. In: GALLO, S. & VEIGA-NETO, A. (orgs.) 2009. *Fundamentalismo e Educação*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 239 p.
- VELASCO, P.D.N. 2010. *Educando para a argumentação: contribuições do ensino da lógica*. Belo Horizonte: Autêntica Editora. 175 p.
- VIEIRA, V., BIANCONI, M.L. & DIAS, M. 2005. Espaços não formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, 57 (4): 21-23.

## ANEXO I

*“Posso não concordar com nenhuma das palavras que você disser, mas defenderei até a morte seu direito de dizê-las”*

VOLTAIRE

Seguem-se as tabelas nas quais está especificada a classificação de cada experimento em cada aula de cada projeto do clube de ciências.

Tabela 9: projeto do 6º ano sobre AR:

Aulas	Experimento				
	1	2	3	4	5
O que é o ar?	EDR	EDR	EDR	EDR	EDR
O ar tem peso?	EDR				
O ar ocupa espaço?	EC	EC	EDR		
Tem ar na terra?	EDR	EDR			
Tem ar na água?	EC				
O ar tem densidade?	EDR	EDR	EDR		
O ar tem força?	EDR	EDR			
O ar ajuda ou dificulta?	EC				
Corrida de carrinhos	EC				

Tabela 10: projeto do 6º ano sobre ÁGUA:

Aula	Experimento				
	1	2	3	4	5
O que é a água?	EC	EDR			
A água tem peso?	EDR	EC			
A água desaparece?	EDR	EDR			
As coisas quando estão na água desaparecem?	EDR	EC	EC	EDR	
A água tem densidade?	EC	EC			
O que é tensão superficial?	EDR	EDR			
A água tem força?	EDR	EDR			
A água é útil?	EC	EC			
Corrida de barcos	EC				

Tabela 11: projeto do 6º ano sobre TERRA:

Aula	Experimento				
	1	2	3	4	5
O Planeta Terra e seus irmãos	EDR	EDR	EDR		
A Terra se movimenta?	EC				
O que é o ar da Terra?	EDR	EDR	EDR	EDR	EDR
O que é a Terra da Terra?	EDR	EDR	EDR		
O que é a água da Terra?	EDR	EDR	EC		
A vida depende da Terra?	EC	EC			
Meteorologistas mirins 1	EC				
Meteorologistas mirins 2	EC				
Rochas, fóssil e vulcão	EDR	EDR	EDR		

Tabela 12: projeto do 7º ano sobre MEIO AMBIENTE:

Aula	Experimento				
	1	2	3	4	5
Os seres vivos dependem do ambiente 1	EC				
Os seres vivos dependem do ambiente 2	EC				
Os fatores do ambiente 1	EC				
Os fatores do ambiente 2	EDR				
Montando um terrário	EC				
Montando um aquário	EC				
Preservando o meio ambiente	EC				
Conscientizando para preservar	EC				
Lanche ecológico	EC				

Tabela 13: projeto do 7º ano sobre ANIMAIS:

Aula	Experimento				
	1	2	3	4	5
O que é uma chave de classificação?	EC	EC			
Investigando cnidários e esponjas	EC	EC			
Investigando vermes	EC	EDR			
Investigando minhocas	EDR	EDR			
Investigando crustáceos, insetos e aracnídeos	EDR				
Investigando moluscos	EDR	EDR			
Investigando equinodermos	EDR	EC			
Investigando vertebrados	EC				
Pequenos evolucionistas	EC				

Tabela 14: projeto do 7º ano sobre PLANTAS e FUNGOS:

Aula	Experimento				
	1	2	3	4	5
Fungo é planta?	EDR				
Colecionando plantas	EC				
As flores também são meninos	EDR				
O namoro das plantas	EDR				
Porque as plantas são verdes?	EDR	EDR			
Fungos: eca! Eca?	EC				
Criando fungos	EC				
Replantando a horta	EC				
E daí os fungos?	EC				