



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB-Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

FILOSOFIA PARA CRIANÇAS COMO MODELO PARA ENSINAR CONCEITOS  
BÁSICOS DE BIOLOGIA CELULAR E GENÉTICA PARA ALUNOS  
DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

LUCAS ALMEIDA ALENCAR

Brasília, DF

2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB-Planaltina  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

Filosofia para Crianças como modelo para ensinar conceitos básicos de Biologia Celular  
e Genética para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental

Lucas Almeida Alencar

Dissertação realizada sob orientação da Profa. Dra. Louise Brandes Moura Ferreira e coorientação da Profa. Dra. Alice Melo Ribeiro e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para obtenção de Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.  
Área de concentração: Ensino e Aprendizagem de Ciências da Natureza.

Brasília, DF

2014



Dedico este trabalho à instituição de ensino onde leciono - Educandário Eurípedes Barsanulfo em Sobradinho-DF – que faz parte da minha vida profissional há seis anos, assim como também fez na minha vida como aprendiz, onde fui estudante no Ensino Fundamental. Dedico este trabalho a todos os alunos e trabalhadores que passaram e passam por ela.

## AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial à minha orientadora, Louise Brandes Moura Ferreira, por toda a atenção e o carinho ao longo deste trajeto. Foi com o seu carisma, sua perseverança e palavras motivadoras que consegui chegar aqui.

À minha coorientadora Alice Melo Ribeiro, pelos ótimos conselhos e total atenção que proporcionou-me ao longo deste trabalho. Ter te conhecido também na graduação na orientação de projetos construíram alegremente meu caminho até aqui.

À minha conselheira e companheira de estudos, Juliana Ricarda de Melo, que proporcionou uma grande extensão ao meu trabalho. Obrigado por todas as dicas, sugestões, orientações e pelas conversas.

À toda minha família, meu pai, José Ribamar, minha mãe, Cláudia Maria, meus avós, irmão, primos, tios. Por acreditarem em mim e respeitarem todo meu esforço.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Paulo Petronílio Correia e Profa. Eliane Mendes Guimarães, pelas críticas construtivas ao meu trabalho, por acreditarem no meu potencial e pela disposição em me ajudar. Ao Prof. Petronílio, especialmente, por suas palavras poéticas nos nossos diálogos que me motivaram a estar sempre melhorando.

Aos queridos professores da graduação Prof. Alex Fabiano Cortez Campos, Prof.<sup>a</sup>. Anete Maria de Oliveira, Prof. Antônio Luiz de Melo, Prof. Danilo Arruda Furtado, Prof. Delano Moody Simões da Silva, Prof. Irineu Tamaio, Prof. Ivan Ferreira da Costa, Prof.<sup>a</sup>. Jeane Cristina Gomes Rotta, Prof.<sup>a</sup>. Juliana Eugênia Caixeta, Prof. Luis Antônio Pasquetti, Prof.<sup>a</sup>. Maria de Lourdes Lazzari de Freitas, Prof.<sup>a</sup>. Mariana Malard Sales, Prof. Paulo Eduardo de Brito e Profa. Renata Cardoso de Sá Ribeiro Razuck. Agradeço a todos pelos vossos ensinamentos.

Onde quer que haja mulheres e homens, há sempre o que fazer, há sempre o que ensinar,  
há sempre o que aprender.

Paulo Freire

## RESUMO

Este trabalho visou à produção de uma unidade didática para o ensino de Biologia da Célula e Genética nas séries finais do Ensino Fundamental. É composto por um diálogo intitulado *Clara e as Ciências da Natureza*, com três capítulos e um manual do professor modelado no Programa de Filosofia para Crianças de Matthew Lipman. Os capítulos tratam da aprendizagem de alguns conceitos da Biologia da Célula e Genética utilizando habilidades de pensamento. De maneira análoga aos trabalhos de Lipman, o objetivo foi o de despertar a curiosidade e desenvolver o raciocínio crítico dos leitores. No diálogo, os personagens são desenvolvidos de forma a mostrar aos leitores como o pensamento reflexivo pode fazer diferença significativa no pensamento e na ação das crianças. O produto educativo apresenta inovações com relação ao Programa de Filosofia para Crianças pois os personagens iniciam suas investigações com as concepções alternativas encontradas na literatura de ensino e aprendizagem de Biologia da Célula e Genética para só depois fazerem a passagem para o conhecimento consensual científico.

**Palavras-Chave:** Ensino de Genética. Ensino de Biologia Celular. Filosofia para Crianças. Habilidades de Pensamento. Séries Finais do Ensino Fundamental.

## **ABSTRACT**

This study was aimed at the production of a cell biology and genetics teaching unit to 8<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> middle school students. The unit is composed of a story in dialogue form, named Clara and Natural Sciences, with three chapters and a teachers' manual. The unit is modeled on Matthew Lipman's Philosophy for Children program, each chapter presents some concepts from cell biology and genetics which are developed along with some thinking skills. In a way analogous to Lipman's work, the main objective of the story was to stimulate readers' curiosity and develop critical thinking capabilities. The characters are constructed in such a way to show the reader the ways in which reflective thought may make a difference on children's thinking and action. The educational product shown here innovates with reference to the Philosophy for Children program for the inquiry begins with some misconceptions found on the research literature of children's learning cell biology and genetics; the fictional children progressively move from misconceptions to consensual scientific knowledge.

**Keywords:** Cell Biology Teaching. Genetic teaching. Philosophy for Children. Thinking Skills. Middle School.

## **LISTA DE SIGLAS**

<b>Aprendizagem Baseada em Problema</b>	<b>ABP</b>
<b>Avaliação de Conceito em Genética</b>	<b>GCA</b>
<b>Parâmetros Curriculares Nacionais</b>	<b>PCN</b>
<b>Sem Data</b>	<b>sd</b>
<b>Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal</b>	<b>SEDF</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 APRESENTAÇÃO PESSOAL .....	11
1.2 PREFÁCIO .....	13
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
2.1 ENSINO E APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA CELULAR .....	17
2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA .....	22
2.3 O PROGRAMA DE FILOSOFIA PARA CRIANÇAS .....	25
2.3.1 Pensar bem .....	27
2.3.2 O raciocínio como habilidade de pensamento.....	29
2.3.3 Filosofia para Crianças e o Ensino de Ciências .....	30
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>33</b>
3.1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA.....	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA PESQUISA .....	33
<b>4. A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA</b> .....	<b>34</b>
4.1 O DIÁLOGO <i>CLARA E AS CIÊNCIAS DA NATUREZA</i> .....	34
4.2 O PERFIL DA PERSONAGEM CLARA .....	35
4.3 O PERFIL DO PERSONAGEM LUCAS.....	36
4.4 MANUAL DO PROFESSOR .....	37
4.5 OBJETIVOS DA PROPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	38
4.5.1 Objetivo Geral .....	38
4.5.2 Objetivos específicos.....	38
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>39</b>
5.1 DESENVOLVIMENTO DO DIÁLOGO E DO MANUAL DO PROFESSOR.....	39
5.2 MATERIAL DIDÁTICO .....	40
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
6.1 HABILIDADES DE PENSAMENTO .....	42

<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A – O Diálogo <i>Clara e as Ciências da Natureza</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B – Manual do Professor.....</b>	<b>79</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO PESSOAL

Caro leitor ou leitora, convido você a conhecer um pouco sobre a minha trajetória de vida antes de chegarmos ao assunto tema desta Dissertação. Sou licenciado em Ciências Naturais pela Universidade de Brasília (2011), tendo iniciado esse curso com o objetivo de ingressar na carreira docente. No início do segundo semestre da graduação, fui convidado por uma instituição privada para ministrar aulas de Matemática como professor voluntário. Desde esse dia não parei de lecionar e sou feliz em saber que fiz a escolha certa em minha profissão. Enquanto escrevo este texto, possuo seis anos de experiência em sala de aula, sendo três como professor de Ciências e seis de Matemática.

Ao longo da minha carreira profissional, mesmo durante a graduação, sempre procurei maneiras de aperfeiçoar as minhas práticas em sala de aula. A partir do quarto semestre, participei do projeto Prodocência, que visa ao aperfeiçoamento dos futuros docentes por meio de vivências e intervenções nas escolas públicas de Brasília. Atuei durante quase 2 anos utilizando vídeos didáticos no ensino, enriquecendo cada vez mais meu acervo. Depois, no meu último ano no projeto, comecei a ministrar aulas experimentais, concentrando-me na busca de atividades práticas em livros e em *sites* educacionais na Internet.

Uma das Disciplinas que mais me marcou durante a graduação foi Didática das Ciências, ministrada na época pela professora que veio a ser minha orientadora de trabalho de conclusão de curso. Ela insistia para que não nos tornássemos aquele famoso professor do “tripé”, cujas aulas sempre são feitas sob a forma de “exercícios”, “correção de exercícios” e “provas”. Aquilo me tocou de tal forma que até hoje preocupo-me em diversificar minhas aulas, tanto de Ciências quanto de Matemática. No final da graduação fiquei bastante interessado em continuar os estudos, aperfeiçoar e aprofundar os fundamentos teóricos de minha prática docente. Foi quando soube do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências lembrei-me de Gandhi quando enfatizava em seus discursos que o futuro depende daquilo que fazemos no presente. Nesse sentido, esforcei-

me para concluir a graduação em 2011, um semestre antes do tempo previsto, pois dessa forma eu teria chances de participar da seleção de 2012 do Mestrado. Eu assim o fiz, alcançando a aprovação.

Ao conversar com a minha orientadora do Mestrado sobre a proposta de ensino da nossa pesquisa, disse a ela que eu gostava bastante das aulas práticas em ensino de Ciências, ou seja, uma maneira diversificada de ensinar. Ela apontou, porém, para o fato de que muitas aulas práticas de Ciências seguem protocolos que não incentivam os aprendizes a pensar e questionar. Lembrei-me das aulas de Filosofia que tive na graduação em História e Filosofia da Ciência, bem como monitor da mesma, e posteriormente Tópicos Especiais em Ensino de Biologia. Nessas Disciplinas a preocupação central era o desenvolvimento do pensamento crítico. Minha orientadora que já pesquisava o ensino de Biologia sugeriu que trabalhássemos com ensino de Biologia da Célula e Genética através do Programa Filosofia para Crianças, escrevendo um diálogo filosófico onde o foco seria fazer com que o aluno aprendesse a pensar de maneira correta sobre conceitos importantes dessas áreas e ao mesmo tempo desenvolvesse habilidades de pensamento centrais na aprendizagem de ciências. Enquanto cursava as disciplinas do Mestrado, pesquisamos sobre o ensino de Genética e constatamos que os estudantes das séries finais Ensino Fundamental têm muitas dificuldades com conceitos básicos dessa Disciplina. Foi quando decidimos trabalhar com o ensino de Genética e Biologia Celular através de um diálogo filosófico e um manual com atividades práticas e laboratoriais.

Fruto do curso de Licenciatura em Ciências Naturais da UnB que iniciei em 2008, tenho orgulho em dizer que sou professor há seis anos e que minha missão é transformar a vida dos meus alunos através das aulas de Ciências de maneira divertida e motivadora, buscando sempre compreender como tanto a pesquisa teórica quanto o desenvolvimento de materiais didáticos alicerçados nela podem melhorar minha prática em sala de aula.

## 1.2 PREFÁCIO

Vivemos em uma sociedade em que a tecnologia se encontra a nossa volta em praticamente todos os lugares. A tecnologia e a Ciência são inseparáveis. Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1997) mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. Um dos caminhos para se compreender o mundo é também a compreensão de seres humanos como fator histórico, evolutivo, reprodutor e em desenvolvimento.

Uma visão antropocêntrica do mundo considera o ser humano como o centro do Universo, acreditando que a natureza está à sua disposição. Isso os dava um olhar infinito de recursos e atitudes de extração e sobrevivência ameaçadoras. Hoje vimos que as nossas atuações devem ser outras. Além disso, precisamos também ter um estudo do ser humano bem como o seu corpo e a sua interação com o ambiente. Aspectos de herança biológica quanto aqueles de ordem cultural, social e afetiva refletem-se na arquitetura do corpo (PCN, 1997, p. 22). Para os PCN (1997), conhecer ciência significa ter mais chances de uma participação social em prol de toda a comunidade, significa ser um bom cidadão que reflete sobre a sua prática na sociedade.

O ensino de ciências tem como base a iniciação científica, contribuindo com a capacidade de recriar e romper com conceitos do senso comum, atendendo a objetivos de se propor problemas, levantar hipóteses, realizar experimentações e fundamentar conclusões, servindo de suporte para o estudo de acontecimentos físicos, químicos e biológicos do universo (SEDF, 2013, p. 99).

Busquei nesta Dissertação trabalhar conceitos básicos de Genética e Biologia Celular em vista do que é solicitado nas orientações curriculares da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEDF, 2010). Embora que, como citado nas orientações curriculares de 2013 pelos autores, o currículo não pode ser inflexível e conclusivo, mas deve acompanhar as mudanças da sociedade (SEDF, 2013, p. 99). De acordo com o Currículo do Ensino Fundamental: Anos Finais (2010), espera-se que os professores apoiem seus estudantes a:

- investigar fenômenos e explorar ideias, o que é bastante diferente de lidar com conteúdos selecionados do corpo de conhecimentos de Física, Química ou Biologia sem a necessária articulação com a realidade à qual se referem;
- formular perguntas sobre fenômenos e processos observados – e não responder questionários exaustivos ou a perguntas de roteiros de pesquisa de campo, de protocolos de experimentação, etc.
- dar respostas para perguntas que eles mesmos se fazem, em relação ao mundo natural e ao mundo da tecnologia. Enfim, um processo no qual se espera que ocorram mudanças conceituais por parte dos estudantes, mudanças estas que não dependem exclusivamente da escola (p. 154).

Para que isto ocorra, devem ser criadas condições para que o estudante:

- sinta que a sua concepção não está mais dando conta de explicar o fenômeno estudado;
- entenda a nova ideia que lhe é apresentada, a ideia que é cientificamente correta;
- perceba como a nova ideia permite explicar, com vantagens sobre a sua concepção, o fenômeno estudado; (p. 153)

O entendimento do mundo natural deve servir para a formação do pensamento crítico, capacitando o estudante a atuar na realidade na qual está inserido como agente transformador (SEDF, 2013, p. 100).

Tendo em vista de que não é tão simples as ideias em transição do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico, e que não se pode descartar as ideias prévias dos alunos, acredito que devemos considerar certas situações, a fim de que o estudante as vivencie de diversas maneiras, conseguindo se apropriar de novas ideias.

No que diz respeito à Biologia Celular e à Genética, as maiores dificuldades dos estudantes das séries finais do Ensino Fundamental são: compreender os vegetais como seres formadores de células, identificar células em estruturas rígidas, relacionar o crescimento com a divisão celular e relacionar a presença do material genético nas células somáticas, conforme desenvolvido nas seções 2.1 e 2.2. Essas dificuldades advêm do fato de os alunos não possuírem um raciocínio estruturado sobre os conteúdos mencionados, bem como da desconsideração (materializadas em materiais didáticos, algumas vezes dos próprios professores) das concepções alternativas por eles criadas, sendo essas importantes para a sua aprendizagem.

O currículo da Secretaria de Educação apresenta de maneira organizada os conteúdos e objetivos os quais se espera que os alunos de cada série dos anos finais alcancem.

De acordo com os conteúdos de célula e níveis de organização dos seres vivos encontrados no 8º ano das Orientações Curriculares da Secretaria de Educação do Distrito Federal (2010), almeja-se que os alunos compreendam que os seres vivos são formados por unidades fundamentais que se organizam dando origem às estruturas complexas (p.161).

Considero abstrato tratar deste assunto com os alunos sem observarem a unidade básica que é a célula, uma vez que sendo um tema de dimensão microscópica, pode dificultar a assimilação. Além disso, autores como Lewis (2000, 2004), Wood-Robinson (2000), Banet e Ayuso (1995, 2002), Smith (2012), e Knight (2008, 2010) constataram dificuldades dos alunos em compreender conceitos básicos de Genética em níveis de ensino, como ensino médio e graduação.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma proposta educativa baseada no Programa de Filosofia para Crianças. Esta é uma proposta educacional para o desenvolvimento de habilidades de raciocínio, cuja pedagogia já foi aplicada no ensino de Ciências obtendo resultados positivos. De acordo com as orientações curriculares em movimento da educação básica (2013), é necessário que o educador seja mediador do processo, por meio de suas intervenções, reconhecendo as necessidades dos estudantes, sua realidade, considerando-o como ser pensante capaz de agir na sociedade por meio da compreensão do mundo e de suas transformações, bem como contribuir com a produção do conhecimento científico.

Procurei neste trabalho escrever diálogos, divididos em três capítulos, baseados nas obras de Matthew Lipman (1922-2010), criador do Programa de Filosofia para Crianças, cujo objetivo é despertar um melhor raciocínio em crianças e jovens. Complementarmente, como sequência dos diálogos, propostas de aulas práticas são sugeridas após a leitura de cada capítulo remetendo aos conteúdos contidos no diálogo e envolvendo situações como meio norteador entre o aluno e o conhecimento científico.

Cada capítulo do diálogo filosófico segue com um manual para o professor contendo, passo a passo, atividades práticas e informações adicionais. As atividades produzidas foram desenvolvidas e testadas por mim, pela orientadora e pela minha coorientadora, em parceria com outros professores.

No primeiro capítulo, intitulado “*O que vemos ao microscópio?*” a personagem Clara irá ver, pela primeira vez ao microscópio, as células. Ao longo do capítulo ela descobre o que são as células e as vê ao microscópio. O segundo capítulo, intitulado “*Como são as células?*” inicia-se com Clara dizendo que observava inúmeras células e que havia aprendido sobre os seres vivos unicelulares e pluricelulares e também sobre a estrutura básica das células. Neste capítulo, são discutidos a presença de células nos seres vivos e o uso de corantes para observação ao microscópio. O último capítulo, “*Informação Hereditária*”, desenvolve-se com o professor Lucas perguntando aos alunos sobre o que é a informação hereditária e como ela é transmitida. Clara ao chegar em sua casa discute com seus pais e chega à escola com algumas concepções alternativas.

Os diálogos e cada capítulo correspondente ao manual do professor serão analisados à luz de seu aporte para o ensino de algumas habilidades de pensamento desenvolvidas por Lipman que podem auxiliar na compreensão de alguns conteúdos de Biologia da célula e Genética nas séries finais do ensino fundamental.

A pesquisa desenvolvida buscou responder à pergunta: qual a contribuição educacional do modelo de diálogo de Filosofia para Crianças de Lipman para o ensino de Biologia da Célula e Genética? Além desta pergunta principal, outras indagações também foram levantadas e discutidas tais como: quais as limitações deste modelo educacional? Quais são as complementações necessárias? Como a proposta educacional desta Dissertação usa o modelo de forma adequada no ensino de ciências e ao mesmo tempo procura solucionar suas limitações?

Apresento, antes da Análise e Discussão do material didático, a Revisão da Literatura acadêmica sobre o ensino de Biologia da Célula e Genética, o Programa de Filosofia para Crianças, os Objetivos da pesquisa, a Metodologia e a Proposição Didática. E, finalmente, após discutir o material didático, encerro com algumas Considerações Finais.

Espero que a proposição didática desta Dissertação possa oferecer uma alternativa viável para o ensino desses conteúdos centrais em ciências que seja baseada nas pesquisas mais recentes e nas melhores práticas no ensino de Biologia da célula e Genética.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ENSINO E APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA CELULAR

No Distrito Federal, o ensino de Biologia Celular encontra-se no currículo da primeira série do ensino médio da Secretaria do Estado de Educação do Distrito Federal (SEDF, 2013 a, p. 52-53). Entretanto, nas séries finais do ensino fundamental (SEDF, 2013 b), o estudante já deverá ter contato com conceitos tais como a “organização celular dos seres vivos” (p. 105), “estrutura celular, organelas celulares e suas funções” e “características, tipos e funções de tecidos humanos” (p. 106), bem como noções de microscopia (p. 105). Espera-se que o aluno do 7º ano, antiga 6ª série, possa reconhecer a célula como unidade fundamental dos seres vivos e a organização hierárquica das estruturas nos seres vivos (SEDF, 2010, p. 159). No mesmo documento, espera-se que no 8º ano, antiga 7ª série, o aluno tenha a habilidade de compreender que os seres vivos são formados por unidades fundamentais que se organizam dando origem às estruturas complexas (p. 161).

Dados esses componentes curriculares da Biologia da Célula, segue uma análise de pesquisas empíricas a respeito do ensino e aprendizagem nessa área. A célula aparece em diversas investigações como um conceito complexo e problemático para os alunos de diversos níveis escolares. Na Espanha, Palmero (2000) realizou uma análise de quarenta e nove artigos sobre dificuldades que os alunos de diferentes níveis de ensino apresentam na compreensão, aplicação e contextualização da célula do ponto de vista estrutural e funcional, dividindo a revisão em quatro categorias. Na primeira, no nível da organização celular, há dificuldade de se reconhecer os seres vivos como sendo formados por células.

Na segunda, sobre os processos vitais, os alunos apresentam dificuldades em reconhecer seres pluricelulares com todas as suas células necessitando de nutrientes, isto é, os estudantes entendem que somente algumas delas precisam. Além disso, esses apresentam dificuldades na compreensão de processos como a respiração e a fotossíntese, muitas vezes não sabendo fazer relação dos processos com a obtenção de energia. Seguindo a análise, na terceira categoria, acerca da Física e da Química com relação à Biologia da Célula, o autor coloca que existem dificuldades em entender a estrutura e a função das

células quando não se compreende os aspectos físico-químicos da matéria viva. E por último, a quarta, sobre desenvolvimento, reprodução e hereditariedade, os alunos demonstram sérias dificuldades para compreender o crescimento e herança como processos celulares.

Usando entrevistas com alunos do ensino fundamental de escolas da rede pública da cidade de Londrina no Paraná, Pegoraro, Oliveira, Klein, Andrade, Brechara, Ruiz, Ogo, Nakayama, Meliciano, Santos e Cupelli não encontraram consenso acerca da constituição celular de seres vivos como insetos, répteis, árvores, bactérias e fungos (PEGORARO et al, 2003, p. 2). Nessa pesquisa, 11,1 % dos alunos entrevistados acharam que répteis são formados por uma célula, e 3,7 % acharam que por nenhuma célula. Quando solicitados a citar três palavras que associavam ao termo célula, observou-se que 80 % dos entrevistados relacionou o termo com estruturas celulares (membrana, citoplasma e núcleo). Por sua vez, somente 18 % dos alunos associaram “célula” com micro-organismos e apenas 4 % com o homem, ocorrendo, assim, uma forte ligação à fisiologia e estrutura celular (PEGARORO et al, 2003, p. 2). Isso pode ser uma indicação da ênfase da memorização no ensino da Biologia Celular, acredito.

Na Espanha, numa pesquisa feita quase uma década antes da descrita acima (CABALLER; GIMÉNEZ, 1992) foram investigadas ideias dos estudantes de diferentes níveis de ensino sobre o conceito de pluricelularidade. Os pesquisadores afirmam que não tem sentido perguntar se os seres vivos são formados por células porque a resposta acaba inequivocamente sendo afirmativa sem o conhecimento dos obstáculos da aprendizagem (p. 173). Logo, como estratégia de pesquisa Caballer e Giménez perguntaram se animais, vegetais e outras coisas são formadas por células. Sobre se os animais são formados por células, foram unânimes as respostas dos alunos de nível médio e superior, enquanto no nível fundamental 86,5 % responderam que sim. Para a pergunta acerca dos vegetais, a porcentagem de acertos é bastante reduzida no nível fundamental, com 59,4 % da amostra afirmando que os vegetais possuem células enquanto que nos outros níveis não há decréscimo. Os valores são mais destacados quando foi perguntado o que possuía células entre cortiça, carvão, molde de pão, ossos, trigo, coral, repolho, ovo, alface, roseira, tubarão, alga, cavalo e fígado. Os pesquisadores constataram que os alunos apresentaram dificuldades em compreender que há presença de células em estruturas dos seres vivos com aspectos minerais tais como cortiça, ossos, coral. Ou seja, a rigidez (ou o aspecto de pedra)

não é associado com a ideia de vida e, portanto, os alunos entendem que seres que possuam essa característica não são formadas por células.

Carlan, Sepel e Loreto (2013) fizeram uma pesquisa com sessenta e cinco alunos de três turmas do 8º ano do ensino fundamental em uma escola pública do município de Santa Maria no Rio Grande do Sul durante o primeiro trimestre de 2010. As entrevistas com os professores tinham o objetivo de coletar dados relacionados ao conteúdo programático acerca da célula e se esse era realmente adequado para as séries finais do nível fundamental. Com os alunos, os autores investigaram o uso de estratégias de ensino diferenciadas relacionadas ao cotidiano dos alunos e a aprendizagem de Biologia da Célula.

Ao investigar o conteúdo de Biologia Celular desenvolvido pelos professores Carlan e colegas constataram que todos adotavam um programa muito semelhante, dando prioridade à apresentação das organelas celulares e suas funções. Com os estudantes, os pesquisadores realizaram um pré-teste com quatro questões de múltipla escolha e em seguida aplicaram a proposta didática com diferentes recursos didáticos (observação de células ao microscópio, leitura de um gibi intitulado “Turma Celular” e confecção de um modelo da célula utilizando alimentos). Duas semanas após o desenvolvimento dessas atividades, aplicaram um questionário pós-teste com as quatro questões do pré-teste reformuladas e mais seis questões. Os investigadores constataram que a atividade prática despertou nos estudantes a necessidade de exporem suas percepções sobre as observações ao microscópio. Além disso, quando ocorreu a discussão referente à relação da célula com os fenômenos de crescimento dos organismos e regeneração de tecidos e órgãos, ou seja, discussões relacionadas ao cotidiano, foi possível perceber como esses conceitos despertaram a curiosidade nos estudantes e possibilitaram o surgimento de vários questionamentos. Foi encontrado um percentual de acerto entre 70 e 80% no pós-teste.

Como recomendações para o desenvolvimento de propostas e currículos, os sugerem o uso de diferentes recursos didáticos para ensinar conceitos complexos e abstratos como os relacionados ao conteúdo de Biologia Celular. E esses recursos, segundo eles, devem ser relacionados ao cotidiano dos alunos. Somando-se a isso, enfatizam que o conteúdo trabalhado no ensino fundamental não seja centrado predominantemente nas estruturas subcelulares, nem tenha o livro didático como recurso único. Para os autores, conteúdos mais gerais e básicos que façam os alunos compreenderem o funcionamento de seu organismo e a relação deste com os fenômenos do cotidiano deveriam ser prioridade, aumentando a possibilidade dos estudantes de se apropriarem dos conhecimentos

científicos necessários para a formação de um cidadão crítico e autônomo. Sugerem que seria mais adequado que os estudantes saíssem do ensino fundamental sabendo alguns conceitos importantes sobre o funcionamento celular, associando-os ao funcionamento geral do organismo tais como a respiração onde ocorre as trocas gasosas nas células como resultado a obtenção de energia, a divisão celular ao crescimento e desenvolvimento dos indivíduos e aos processos de regeneração de tecidos (para cicatrizar um machucado, por exemplo).

Lewis, Leach e Wood-Robinson (2000 a) realizaram um estudo acerca das concepções de 482 estudantes com idades entre 14 e 16 anos sobre a relação entre as diferentes células de um único indivíduo e entre indivíduos diferentes. Os pesquisadores buscaram identificar se os estudantes ao final do ensino obrigatório no Reino Unido eram capazes de diferenciar células sexuais (gametas) de células somáticas dado que essa distinção é um objetivo educacional do currículo de ciências.

Por meio de desenhos e de um questionário com perguntas abertas e fechadas, pediram aos alunos que comparassem células somáticas iguais, células somáticas diferentes e células sexuais. Os pesquisadores constataram que muitos estudantes possuíam a concepção alternativa de que diferentes células possuem diferentes informações genéticas pelo fato de terem diferentes funções no organismo. A maioria dos alunos (59 %) não compreendia a distinção entre células somáticas e células sexuais, afirmando que não há a mesma informação genética nas células somáticas, e também, um pequeno número, cerca de 4 %, se mostraram confusos e entravam em contradição enquanto os demais mostraram-se incoerentes. Segundo os autores: “a maioria [dos estudantes] não fez a diferenciação entre células somáticas e espermatozoides [sexuais] e a visão mais comum foi a de que a informação genética dentro de uma célula é determinada pela estrutura, função e até mesmo pela posição da célula” (LEWIS; KATTMANN, 2004, p. 201).

Lewis e colaboradores acreditam que um dos motivos para a dificuldade de compreensão dos estudantes é devido a um currículo fragmentado, com o ensino da divisão celular desconectado do ensino de Genética. Os pesquisadores sugerem que o professor revise os conceitos de divisão celular levando em consideração o que acontece com a informação genética da célula na mitose e na meiose antes de adentrar no estudo da Genética.

Analisando o estudo de Lewis e colaboradores, fica claro que o conteúdo de Genética que é base para compreender a diferenciação entre células somáticas e sexuais é importante não somente para compreender a natureza da informação genética e da herança, mas a própria definição desses dois tipos de células dado que o critério é o número de cromossomos que possuem. Portanto, não há como deixar de relacionar Biologia Celular e conceitos de Genética ao ensinar essa diferenciação.

Martín e Soto (2009) aplicaram uma unidade didática para ensinar célula utilizando como a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), metodologia projetada com sequência de problemas e atividades que estimulem os alunos a construir o conhecimento em contextos problemáticos reais e significativos na vida do estudante. Por exemplo, como problemas iniciais havia questões prévias tais como “são iguais todas as células de um ser vivo? ”, “por que é tão importante um microscópio para estudar a célula? ”, “como funcionam as células no corpo do ser humano e nos outros seres vivos? ” (MARTÍN; SOTO, 2009, p. 67). Os pesquisadores mostraram que mais de 90% dos alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem com base na proposta ABP.

No que concerne ao uso de instrumentos e técnicas, de acordo com o *Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Fundamental Anos Finais* (SEDF, 2013, p. 104) os alunos dessas séries devem ter contato com o microscópio e suas propriedades. Isso pode ser realizado quando os ajudamos a compreender as propriedades de magnificação de lentes simples para se familiarizarem com as propriedades ópticas do microscópio de luz. Mesmo que não esteja explicitamente colocado no referido documento, saliento que o uso de corantes é indispensável para a preparação de lâminas, uma vez que cada parte da célula absorve um determinado corante, evidenciando a estrutura a ser observada. Outra questão também importante é o ensino da unidade de medida da célula e suas estruturas. Ajudar o aluno a se familiarizar com a unidade de medida das células, o micrômetro pode ser alcançado com o raciocínio em escala com objetos conhecidos (JONES; TAYLOR, 2009).

Nessa revisão de pesquisas sobre o ensino da Biologia da Célula ficou evidenciado a necessidade de levar as concepções alternativas dos alunos em consideração ao planejar estratégias de ensino, buscar outras formas de ensinar além do ensino por memorização, que a célula como entidade “abstrata” precisa ser conectada ao cotidiano dos alunos e que é o ensino da diferenciação entre células somáticas e células sexuais (gametas) seja conectado ao ensino de Genética. Também, que elementos da instrumentação no uso do microscópio seja levando em consideração e o pensar em escala - uma habilidade de

raciocínio- seja desenvolvida para que os alunos possam compreender as dimensões dos diversos tipos de célula e estruturas celulares.

## 2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA

Uma pesquisa feita no Reino Unido por Lewis e Wood-Robinson (2000 a) buscou saber se alunos compreendiam a natureza da informação genética, as maneiras pelas quais a informação pode ser transferida (de célula para célula, de pais para filhos) e a forma como a informação é “interpretada” pelo organismo (p. 178). A investigação foi realizada com 482 estudantes com idades entre 14 e 16 anos ao final do ensino obrigatório. Por meio de questionários com perguntas abertas e discussões em pequenos grupos foi constatado que a maioria dos estudantes identificaram os genes como uma fonte de informação hereditária, mas somente alguns tiveram um claro entendimento do gene como uma entidade física com uma localização específica no cromossomo. Cerca de metade da amostra indicou que os genes são encontrados na célula e um quarto acreditava que os genes são unicamente encontrados em células de específicos órgãos ou tecidos, por exemplo, do sistema reprodutivo. Cerca de um quarto dos aprendizes acreditava que os genes eram maiores que os cromossomos e apenas 11% dos alunos compreendia que os genes se localizam dentro dos cromossomos. Por fim, outra conclusão que os pesquisadores chegaram é que os estudantes não possuíam uma compreensão acerca da distinção entre células somáticas e células sexuais (gametas).

Pesquisadores na Índia (CHATTOPADHYAY, 2005) valeram-se da mesma metodologia utilizada por Lewis e Wood-Robinson (2000b) com 200 alunos. Questões como “por que o DNA é importante?” foram em grande maioria (69 %) respondidas como algo que “define coisas vivas”, ao passo que somente 14 % disseram que o DNA carrega a informação genética responsável pela produção de proteínas. Para a pergunta “o que significa código genético?” mais de um quarto das respostas dos alunos sugeria que ele seria como um “código de barras único e pessoal” (LEWIS et al, 2000b, p. 76) e somente 3% da amostra sugeriu que é uma sequência de bases dentro do DNA. Muitos estudantes tiveram dificuldades em localizar os genes nas células somáticas. Ademais, foram comuns

as visões que somente algumas células possuíam o material genético. Portanto, os resultados da pesquisa de Chattopadhyay (2005) são análogos ao de Lewis e Wood-Robinson (2000 b).

Outras dificuldades também são encontradas sobre divisão celular e fertilização (LEWIS et al, 2000 a, p. 76). Lewis e colaboradores (2000 c) fizeram uma pesquisa sobre a compreensão dos alunos acerca da mitose e meiose ao final do ensino obrigatório na Inglaterra. Os estudantes responderam questões acerca do número de cromossomos nas células antes e depois da mitose e da meiose. Sobre a fertilização em humanos, os alunos deveriam comparar o número de cromossomos no óvulo e no espermatozoide, indicar o número de cromossomos no ovo fecundado, explicar o propósito da reprodução sexual.

Acerca da divisão celular mitótica, os pesquisadores constataram que 46% da amostra respondeu que o número de cromossomos permanece o mesmo, 65% que a informação genética também é idêntica e 40% sugerem que ambos, informação genética e número de cromossomos, permanecem o mesmo (LEWIS, 2000c, p. 190). Uma pequena minoria, um décimo, apresentou a ideia incorreta de que a célula resultante seria a mais saudável e que teria mais cromossomos que a originária. Sobre a divisão celular meiótica, 31% da amostra respondeu que o número de cromossomos se reduz pela metade, 34% respondeu que a informação genética seria diferente e apenas 14% considerou ambos, número de cromossomos e informação genética, diferentes (LEWIS et al, 2000c).

Na pergunta “quantos cromossomos são encontrados na célula-ovo (zigoto)?” 45% responderam corretamente, mas não souberam explicar o motivo. Os estudantes acreditam que a informação genética é compartilhada, mas não copiada na divisão celular. Apenas 27% dos 45% que acertaram, ou 12% do total, distinguiram claramente a divisão celular mitose e meiose explicitando ainda a redução do número de cromossomos para ocorrer a fecundação. Os pesquisadores reforçam para o ensino a relação entre estruturas básicas tais como célula, núcleo, cromossomo e gene e também conceitos básicos sobre a divisão celular.

Em um estudo feito por Banet e Ayuso (1995) com 132 alunos com idades entre 12 e 17 anos diversas concepções alternativas foram encontradas. Dos 52 alunos com idade entre 14 e 16 anos, menos de 15% disseram que todas as células carregam a mesma informação genética. Além disso, são comuns as visões distorcidas acerca do número de cromossomos herdados do pai e da mãe, por exemplo. Foi pedido que explicassem em uma situação hipotética porquê um filho se parecia mais com o pai do que com a mãe, e, pouco

mais de um quarto dos entrevistados responderam que o motivo da maior semelhança era que o filho recebia mais cromossomos do pai e por isso se parecia mais com ele.

Os autores sugerem que antes de ensinar o conteúdo de Biologia que trata da informação hereditária, deve-se fazer um levantamento acerca das concepções prévias dos estudantes sobre a informação hereditária, além da estrutura e a função das células.

Os professores devem ter cautela ao usar alguns conceitos em sala de aula que podem ser interpretados pelos alunos com significados distintos, por exemplo, os estudantes interpretam o termo “informação genética” como pequenas partículas com informações como um código de barras (LEWIS, 2000d, p. 179).

Apesar do currículo das séries finais do ensino fundamental do Distrito Federal prever uma introdução ao conteúdo de reprodução (2010) e o assunto ser abordado em livros didáticos de ciências para a mesma faixa escolar com capítulos inteiros dedicados a Genética (BARROS, 2012; CANTO, 2009; CÉSAR, 2009; GEWANDSZNAJDER, 2010; USBERCO, 2011) há ainda uma carência de pesquisas empíricas com alunos entre 10 e 14 anos, ou seja, durante o ensino fundamental. Venville e colaboradores (2005) fizeram uma investigação com 90 estudantes australianos nessa faixa etária (9 a 15 anos) aplicando questionários e entrevistas. Constataram que a maioria dos estudantes conseguem diferenciar herança biológica da herança social, esta última relacionada à cultura. Entretanto, no que diz respeito ao significado dos termos como gene e DNA, o entendimento é considerado mínimo, não sabendo suas funções.

Outras concepções como genes e cromossomos também são bastante mal compreendidas entre os alunos. Lewis e colaboradores (2000 b) fizeram uma análise sobre as concepções de alunos entre 14 e 16 anos acerca da natureza da informação e constataram na pergunta “por que os genes são importantes?” setenta e três por cento responderam que são importantes para a determinação de características e 14% para a transferência de informação sendo que uma minoria (10%) tiveram um entendimento de gene como uma algo que possui uma localização específica no cromossomo, além disso, quase 10% disseram que as características incluindo personalidade e comportamento são determinadas pelos genes. Quando perguntados “onde os genes são encontrados” cerca de 50% disseram que são encontrados nas células e um quarto afirmou que são encontrados apenas em alguns tecidos e órgãos específicos. Apenas 11% das respostas explicitaram a localização dos genes nos cromossomos. Os alunos também apresentaram diferentes concepções sobre escala de tamanho. Nesta mesma pesquisa um quarto da amostra informou que os genes

são maiores que os cromossomos. Mais de um décimo da amostra pareceu acreditar que diferentes células possuem diferentes informações genéticas e somente um em cinco alunos possuía o conhecimento básico de que células de um mesmo indivíduo possuem a mesma informação genética.

### 2.3 O PROGRAMA DE FILOSOFIA PARA CRIANÇAS

Criado por Matthew Lipman (1922-2010) no final dos anos 1960, o Programa de Filosofia para Crianças objetiva estimular o desenvolvimento de habilidades de pensamento para que os alunos adquiram o chamado “pensar bem” e que sejam capazes de se engajar no pensamento crítico (LIPMAN, 1990, p. 37) (discutido adiante na seção 2.3.1).

O Programa, destinado aos alunos da educação básica, é constituído por livros de leitura em forma de diálogo (novelas filosóficas) para os alunos e do manual do professor, com uma metodologia que contempla planos de discussão e exercícios.

As novelas filosóficas são histórias cujos personagens são em sua maioria crianças e alguns poucos adultos, tais como professores, pais ou avós, que mostram-se envolvidos em situações problemáticas em seu dia a dia, seja na escola, na rua, ou em casa. Nessas situações, os personagens exercitam suas habilidades de pensamento e mostram como podem se comportar de modo racional. Por exemplo, na obra *A Descoberta de Ari dos Telles* (LIPMAN, 1998, p. 10) lê-se o seguinte diálogo entre Toninho e Ari:

- Meu pai sempre diz que, quando eu crescer, vou ser um engenheiro como ele. E quando digo que talvez eu queira ser outra coisa, ele fica bravo.
- Por que ele acha você daria um bom engenheiro? - Pergunta Ari.
- Porque sempre tiro boas notas em Matemática. Ele sempre me diz: “Todos os engenheiros são bons em Matemática e você é bom em Matemática. Portanto, descubra você mesmo”.

O trecho da história se desenvolve mostrando que os personagens compreendem a conclusão não válida “todas as pessoas que são boas em matemáticas são engenheiros” e isso tem implicações para a vida de Toninho que, apesar de ser bom em matemática, busca outra profissão que não a de seu pai.

De modo geral, no manual do professor os planos de discussão são usados para explorar e esclarecer conceitos, enquanto os exercícios são empregados para reforçar as

habilidades de pensamento demonstradas pelos personagens (LIPMAN, 1996 p. 14). Para Lipman (1997) esclarecer conceitos por meio dos planos de discussão é também importante para a formação de uma estrutura de compreensão que pode dar sentido à construção das habilidades de pensamento, tanto para crianças como para os professores. Em outras palavras, os planos de discussão objetivam que os alunos desenvolvam habilidades de raciocínio de maneira que seja significativa.

Os conteúdos das novelas abordam as disciplinas da filosofia tais como a Lógica, como vimos acima em *A Descoberta de Ari dos Telles* (LIPMAN, 1998), a Ética, a Estética, a Metafísica, entre outras, sem o uso de jargão. Lipman construiu o Programa de tal forma a não usar o vocabulário técnico da disciplina pois, de acordo com sua teoria o que importa é o incremento do pensar bem dos alunos por meio da investigação filosófica e não que esses tenham que aprender o significado dos conceitos pertinentes a essa Disciplina.

Os personagens mais velhos da história, sejam professores, pais ou avós costumam mediar as situações problemáticas, mas são as crianças que fazem o papel ativo da descoberta e reflexão. Lipman publicou as seguintes novelas filosóficas para o nível fundamental (traduzidas para o português): *Issao e Guga* (1997) (2º, 3º e 4º período), *Pimpa* (1997) (4º, 5º e 6º ano), *A Descoberta de Ari dos Telles* (1995) (6º e 7º ano) e *Luisa* (1999) (8º e 9º ano).

“Sabemos que todas as crianças pensam, mas o grande desafio é transformar a criança que já pensa em uma criança que pensa bem” (LIPMAN in ENCONTRO COM LIPMAN, 2013). De acordo com Lipman (2013) em seu DVD, crianças que saibam como pensar melhor poderão desenvolver um senso crítico que lhes conferirá a possibilidade de deliberar, ponderar e agir melhor diante dos problemas, conseguindo realizar bons julgamentos.

### 2.3.1 Pensar bem

Nós professores, nos preocupamos quando nossos alunos costumam memorizar os conteúdos para serem bem-sucedidos em um exame, quando de fato não aprendem a pensar de maneira crítica sobre aquela disciplina escolar. Entretanto, o que seria pensar criticamente sobre alguma coisa? Para Lipman (1991) o objetivo do processo educativo é ajudar-nos a formar melhores julgamentos a fim de que possamos modificar nossas vidas de maneira mais criteriosa. Julgamentos são realizados quando os conhecimentos e a experiência são aplicados em uma determinada situação (LIPMAN, 1991, p. 172). Para Lipman, exemplos de bons julgadores são os bons profissionais que fazem bons julgamentos sobre sua própria prática. Bons professores, por exemplo, são os que fazem julgamentos sobre a sua atividade tais como: a maneira de introduzir um tema, como abordar algum novo conhecimento e o correto uso de diferentes recursos didáticos. Para Lipman, o pensar crítico não é qualquer pensamento que resulte em decisões, caso contrário, quando buscamos um médico, a escolha de um número de telefone aleatório em um catálogo seria um pensar crítico (1991, p. 171). O que o autor propõe é que devemos identificar características do pensamento e a ligação entre elas. Identificamos e conectamos o pensamento através do julgamento, ou seja, da formação de opiniões, avaliações ou conclusões. Para o educador (LIPMAN, 1991), as pessoas sábias são as que praticam o bom julgamento, sendo esta a principal característica do pensar crítico.

Muitos acreditam que ao mencionar a palavra “julgamento”, faz-se referência exclusivamente aos julgamentos morais, Lipman (1991) amplia o conceito ao postular que o “julgamento é uma determinação do pensamento, da fala, da ação ou da criação” (LIPMAN, 1991, p. 172). Nesse sentido, “um gesto”, “uma equação”, “uma ação” são julgamentos. “E os julgamentos são bons se forem produtos de atos habilmente desempenhados, orientados ou facilitados por instrumentos e procedimentos adequados” (LIPMAN, 1991, p. 172). Por exemplo, se uma pessoa diz que uma determinada faca é a melhor que existe dentre as várias produzidas por um mestre cuteleiro, é importante que saiba em qual fundamento se baseia para justificar essa assertiva. Poderia dizer “essa faca x é a melhor para o corte y dentre essas outras aqui selecionadas, pois ela corta com mais facilidade”.

Para Lipman o pensar crítico é um “pensamento que 1) facilita o julgamento pois 2) se fundamenta em critérios, 3) é autocorretivo e 4) é sensível ao contexto.” (LIPMAN, 1991, p. 172). Para compreender melhor essa colocação, deve-se enxergar o pensar crítico como o pensar hábil, pois as habilidades não são definidas sem critérios. Voltando ao exemplo da faca, pode-se perguntar “por que essa faca é a melhor?” Pode-se dizer que um dos *critérios* seja baseado nas razões “porque ela tem uma lâmina mais fina que as outras e, portanto, é a que corta melhor” ou “porque é mais fácil de manuseá-la”. E, por fim, o julgamento deve ser autocorretivo, pois um artesão da cutelaria poderá aperfeiçoar sua técnica e desenvolver uma faca melhor, portanto, quem julga bem faz o julgamento de que essa é a melhor que tem em mãos, mas que uma outra poderá substituí-la. Lipman assevera que “confiar em critérios bem fundamentados é uma maneira de depositar nossos pensamentos sobre uma fundação sólida” (LIPMAN, 1991, p. 174), e os critérios podem estar fundamentados em padrões, leis, decretos, exigências, especificações, ideais, provas concretas, métodos, procedimentos, políticas, observações, definições, entre outros.

De acordo com Lipman (1991), a melhoria da qualidade do pensamento dos alunos depende, em grande parte, da capacidade dos mesmos para identificar boas razões para as opiniões que expressam. Por exemplo, se perguntar a um aluno o porquê de ele não gostar de matemática e ele disser que é porque é difícil, este aluno não está a identificar boas razões. Deve-se fazê-lo refletir acerca dos critérios que o fazem não gostar da disciplina. Perguntas podem orientá-lo tais como: “você costuma tirar suas dúvidas com o professor? Faz as lições de casa? Acompanha as aulas?”

Escrevi acima que para Lipman (1991) a reflexão sobre a prática é a base para práticas aperfeiçoadas. Por exemplo, em uma prática sobre sexualidade os professores comumente solicitam que seus alunos redijam em um pedaço de papel suas dúvidas sem a identificação, ou seja, anonimamente e coloques as questões em uma caixa. Quando faço isso, se me perguntarem o porquê do anonimato da atividade, respondo que os alunos, possivelmente, se sentirão constrangidos e até impedidos de tirarem suas dúvidas por estarem se identificando, podendo, de uma forma, comprometer a aula, como no caso, não esclarecendo uma determinada dúvida. Certa vez, um aluno sugeriu que eu poderia reconhecer, através da caligrafia, quem havia feito a pergunta. Pensei sobre este questionamento. A princípio, respondi que, caso eu identificasse o aluno através da caligrafia, não iria dizer quem a escreveu e responderia a dúvida normalmente. Porém,

reflito sobre como fazer para conseguir manter o total anonimato dos alunos, poderia criar um blog e os alunos postariam suas perguntas previamente.

O desenvolvimento de habilidades de pensamento é de importância crucial e fundamental, pois “ a criança que adquiriu proficiência nas habilidades de pensar não é simplesmente uma criança que cresceu, mas uma criança cuja verdadeira capacidade de crescer foi ampliada” (LIPMAN, 2001, p. 36).

### 2.3.2 O raciocínio como habilidade de pensamento

Lipman (2001) acredita ser importante que as crianças percebam o raciocínio descuidado ao mesmo tempo em que aprendam a pensar bem. Veja os exemplos:

- Meu pai leu no jornal que fumar provoca câncer, e por isso disse que vai deixar de ler o jornal.
- Sempre que vejo a Leonor eu pergunto o que ela acha do Joel e ela fica muito sem jeito. Gente, ela deve estar ligadona em mim!
- Dizem que uma entre cada cinco crianças que nascem no mundo é chinesa: eu tenho três irmãos, então suponho que o próximo bebê que meus pais tiverem, provavelmente, será parecido com um chinês. (LIPMAN, 2001, p. 41)

Nos casos acima, é fácil reconhecer os raciocínios errados. Todavia, o que faz a criança buscar compreender o raciocínio não legítimo é a discussão acerca das falhas que levam aos raciocínios errôneos. Para Lipman (2001), quando as pessoas se envolvem num diálogo, são levadas a refletir, se concentrar, levar em conta as alternativas, ouvir cuidadosamente o que o outro tem a dizer, prestar atenção às definições e aos significados dos conceitos reconhecer alternativas nas quais não haviam pensado anteriormente e realizarem um grande número de atividades mentais que não teria se envolvido se a conversação não tivesse ocorrido. Além disso, os participantes reproduzem em seus próprios processos de pensamento a estrutura e o processo da conversação da classe. Nesses termos, em um diálogo, os participantes da discussão desenvolvem atitudes críticas em relação ao que as outras pessoas dizem (LIPMAN, 2001, p. 45).

Lipman (2001) espera que Filosofia para Crianças dê frutos numa sala de aula heterogênea, onde estudantes falem sobre variadas experiências e estilos de vida, onde se explicitem diferentes crenças na importância das coisas, e onde exista uma pluralidade de maneiras de pensar que em vez de serem depreciadas, sejam consideradas inerentemente

valiosas. Estilos de pensamento devem ser levados em igualmente em consideração e a criança que chega analiticamente às opiniões é tão respeitada quanto aquela que chega de forma intuitiva e especulativa.

Nesse sentido, para Lipman (2001), a variedade de pensar na sala de aula pode contribuir significativamente para a criação de uma comunidade de investigação. Sendo ela vista positivamente para os alunos. Quando enfoques muito diferentes são aceitos abertamente, diminui a competição hostil e as contribuições dos diferentes participantes são bem recebidas (LIPMAN, 2001. p. 69). Isso significa que é importante, no diálogo, serem levados em consideração diferentes enfoques e diferentes ideias. Assim, será aberto um leque de contribuições, permitindo que os participantes estejam mais envolvidos no diálogo. O autor também comenta sobre as terminologias tradicionais comumente utilizadas, tais como termos científicos complexos, os quais fazem com que a criança comumente se sinta intimidada, acarretando-se no bloqueio ao entendimento da informação. Para que esse processo depreciativo não ocorra, reforça-se a necessidade de aplicação do pensamento filosófico: é necessário que sejam utilizados em sala de aula termos e conceitos da linguagem cotidiana, com a qual a criança se sinta mais à vontade.

### **2.3.3 Filosofia para Crianças e o Ensino de Ciências**

A Filosofia para Crianças é também conhecida como um programa de “habilidades de pensamento” (ADAMS, 1989; LIPMAN, 1985; RESNICK, 1987, TRICKEY; TOPPING, 2004, WILSON, 2000), ou seja, têm-se como objetivo que a criança reflita e saiba como pensar, melhorando sua capacidade de raciocínio. Esse pensamento se desenvolve com a ideia de “comunidade de investigação”, uma investigação de ideias e conceitos abertos, desencadeados por histórias que apresentam provocações filosóficas (SPROD, 2011, p. xvi).

Ao discorrer sobre a relação entre o Programa de Filosofia para Crianças e as habilidades de pensamento ensinadas no mesmo, Lipman (1986) lista 30 habilidades que se encontram presentes em todo o currículo. Algumas delas, ressalto, estão na intersecção entre a Filosofia para Crianças e o Ensino de Ciências, dado que são centrais para a

investigação científica em sala de aula e para o ensino que se pretende. Essas habilidades são discutidas adiante na sessão 5, Metodologia.

Até o presente três investigações empíricas foram conduzidas usando o Programa de Filosofia para Crianças como modelo para o ensino de Ciências, são elas as pesquisas de Sprod (1994, 1997 e 1998), Ferreira (2004) e Melo (2013).

O estudo de Sprod (1994) foi uma pesquisa com métodos quantitativos e qualitativos onde o autor escreveu diálogos científicos no estilo Filosofia para Crianças sobre energia e aplicou em uma turma de sétima série durante um ano letivo na Grã-Bretanha. A análise dos dados qualitativos, com aplicação de pré-teste e pós-teste, mostra que os alunos compreenderam vários dos processos ensinados, desenvolveram a capacidade de avaliar fatos científicos e, esclarecer termos e definições científicas (Sprod, 1998, p. 472). Na comparação do grupo experimental com o grupo de controle, houve ganhos estatisticamente significativos.

Sprod, em *Discussions in science* (2011), comenta pesquisas empíricas que mostram que os estudantes não aceitam automaticamente aquilo que lhes é ensinado e que constroem o novo conhecimento científico usando como base o entendimento que já possuem. O professor desempenha um papel decisivo nesse processo, pois, sem sua atenção, essa construção pode estar repleta de erros e concepções alternativas. Para que o raciocínio desse estudante seja “visível” ao professor, o aprendiz deve estar inserido em um ambiente amistoso que permita a crítica e a correção. Dessa forma o professor poderá fazer o papel de mediador entre a base de conhecimentos que o aluno já possui e o novo conhecimento. Para que isso seja possível, é necessário que os estudantes tenham oportunidades para discutir ideias científicas de maneira a conectá-las a outros conhecimentos, confrontando as mesmas com potenciais contraexemplos (SPROD, 2011, p. 2). Assim, os estudantes poderão corrigir suas concepções alternativas. Esse ambiente é o da comunidade de investigação em sala de aula tal como o formulou Lipman. Para Sprod (2011) um dos principais objetivos de tal comunidade é melhorar o pensamento científico do aluno e o professor tem um papel de destaque como facilitador desse processo.

No Brasil, Ferreira (2004) coletou dados qualitativos em um estudo realizado com alunos do 6º ano (5ª série) em uma escola privada bilíngue em Brasília durante um semestre aplicando um diálogo filosófico-científico com seis capítulos. O diálogo sobre as Ciências da Vida foi usado como texto auxiliar ao livro didático a teve como foco as características e critérios para definir seres vivos. No diálogo, os personagens se engajaram nos processos

e habilidades do raciocínio científico de classificação, observação e inferência. Os resultados empíricos deste trabalho, que foi defendido em tese de doutorado em 2004, mostraram que maioria dos alunos se identificou com os personagens ficticiais no que diz respeito a características tais como inteligência e curiosidade. Além disso, as atividades realizadas ajudaram as crianças a desenvolver as habilidades de pensamento de observação e inferência. O diálogo ajudou as crianças a se autocorrigirem, construírem ideias umas com as outras e entenderem melhor as questões que foram discutidas. A autora defende que apesar da necessidade de novos estudos para confirmar a transferência dos resultados, o estudo confirmou que o Programa de Filosofia para Crianças ajuda os alunos a desenvolver habilidades de pensamento (FERREIRA, 2004, p. 153). (Para uma leitura condensada dos resultados da tese doutoral ver Ferreira (2012)).

Melo (2013) realizou um trabalho sobre a humanização e a história da Ciência, a primeira lei de Mendel e a concepção de cientista com um grupo de licenciandos em Ciências Naturais. A pesquisadora escreveu um diálogo científico voltado para o primeiro ano do ensino médio modelado no Programa de Filosofia para Crianças. Essa unidade de ensino contemplava cinco capítulos acompanhado de um manual para o professor. Com o objetivo de coletar as percepções acerca do material, ela realizou uma pesquisa empírica com os licenciandos em uma disciplina optativa de ensino de Biologia. De acordo com a autora (MELO, 2013, p. 6) a unidade foi avaliada de forma positiva pelos futuros professores, com destaque para a linguagem simples, sendo considerada aplicável ao contexto escolar. No que diz respeito à concepção de cientista, a autora afirma que permaneceram os estereótipos dos alunos sobre visões deformadas dos cientistas, como ser individual, “louco” e isolado e que trabalha em um porão.

Examinando o trabalho dos três autores, Ferreira, Sprod e Melo, nota-se pontos de convergência e divergência. Ferreira (2004) e Sprod (1994) desenvolveram ambas propostas de unidades de ensino para séries do ensino fundamental, enquanto Melo (2013) trabalhou com alunos do nível superior, futuros professores de Ciências. Os três pesquisadores realizaram, além da leitura e discussão do diálogo, aulas práticas contidas no manual do professor e salientaram que a metodologia foi bem-sucedida.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

- ✓ Desenvolver uma unidade didática composta por um diálogo científico modelado no Programa de Filosofia para Crianças e um manual para o professor voltado para alunos das séries finais do ensino fundamental acerca de conceitos básicos de Biologia Celular e Genética e argumentar como algumas habilidades de pensamento presentes no Programa podem auxiliar na compreensão desses conceitos básicos.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA PESQUISA

- ✓ Criar um diálogo científico baseado nos princípios do Programa de Filosofia para Crianças de Matthew Lipman sobre Biologia Celular e Genética para as séries finais do ensino fundamental.
- ✓ Desenvolver uma reflexão crítica sobre as contribuições desse diálogo para o ensino de Biologia da Célula e Genética.

## 4. A PROPOSIÇÃO DIDÁTICA

### 4.1 O DIÁLOGO *CLARA E AS CIÊNCIAS DA NATUREZA*

Este trabalho visou à produção de uma unidade didática para professores de Ciências do 7º ano (6ª série) e também do 8º ano (7ª série) do ensino fundamental<sup>1</sup>.

A unidade didática conta com o diálogo científico *Clara e as Ciências da Natureza* modelado nas obras de Matthew Lipman e um manual para o professor com atividades para sala de aula e laboratório. As novelas filosóficas de Lipman *A descoberta de Ari dos Teles* (1995) e *Pimpa* (1997), que fazem parte do Programa de Filosofia para Crianças, influenciaram na escrita do diálogo científico no que diz respeito ao papel do professor como mediador, e ao papel das crianças que, na maior parte do tempo, refletem sobre questões propostas no diálogo, demonstram e aprendem habilidades de pensamento e se engajam no pensamento crítico.

O diálogo conta a história da aluna Clara nas aulas de Ciência com o professor Lucas e em casa com sua família. O material é composto por três capítulos onde a aluna apresenta questões acerca da célula e da hereditariedade. Cada diálogo é acompanhado por um manual para o professor. Segue abaixo um resumo dos três capítulos que são encontrados no apêndice desta Dissertação (ver APÊNDICE A):

#### a) *Capítulo 1 – O que vemos ao microscópio?*

No capítulo 1 a aluna Clara observa pela primeira vez algumas células ao microscópio. A aluna nunca havia visto uma célula e também não sabe muito bem o que ela é. Ao longo do capítulo, ela constrói alguns entendimentos sobre as células, fazendo questionamentos com uma amiga mais velha e com a família. Encerra-se o capítulo com a personagem utilizando o instrumento.

---

<sup>1</sup> Acredito que o professor do ensino médio também poderá utilizar deste recurso para seus alunos como introdução ao ensino de Biologia Celular e Genética. Como apresentei na Revisão da Literatura, alunos de ensino médio apresentam dificuldades na compreensão de conceitos básicos dessas Disciplinas.

b) *Capítulo 2 – Como são as células?*

O capítulo 2 inicia-se com Clara dizendo que havia observado várias células na aula de ciências e com isso aprendera muitas coisas novas. Entretanto, ao longo do capítulo, questões são colocadas acerca das células como a cor, a necessidades do uso de corantes para enxergar algumas delas e algumas estruturas das células. O capítulo se encerra com uma discussão na aula de ciências sobre a localização da informação hereditária.

c) *Capítulo 3 – Informação hereditária*

O capítulo 3 se desenvolve com o professor Lucas indagando os alunos acerca de como a informação hereditária é transmitida. Após a aula, ao chegar em casa, Clara discute com seus pais sobre o que havia aprendido sobre a transmissão da informação hereditária e, no dia seguinte, ao retornar à escola, leva consigo algumas concepções alternativas. O professor apresenta aos alunos as definições de células somáticas, germinativa e sexuais, bem como a localização do material genético e transferência da informação hereditária. O capítulo finaliza com Clara indagando o porquê de ela ser mais parecida com a mãe do que com o pai, dado que recebeu metade da informação hereditária de cada um.

O objetivo proposto com as características dos personagens da história - em especial a Clara – ao raciocinar sobre ideias científicas, é fazer com que o leitor identifique um bom modelo de raciocínio (LIPMAN, 2001).

## 4.2 O PERFIL DA PERSONAGEM CLARA

A personagem principal, Clara, é também a narradora da história que se passa no tempo presente. É uma aluna dedicada, participativa e estudiosa que adora a disciplina de Ciências. Sua personalidade foi inspirada em uma aluna real que tive em 2013.

Ao longo dos capítulos, Clara apresenta várias concepções corretas e errôneas acerca das questões levantadas pelo professor, mostrando no diálogo que ela mesma apresenta concepções prévias, busca respostas e demonstra curiosidade para aprender sobre

novos assuntos. A Clara tem o perfil de um “personagem visível” proposto por Sprod (SPROD, 2011, p. xiv). Esse perfil foi escolhido com o objetivo de motivar os leitores de acordo com as suas características, a se tornarem mais curiosos e questionadores.

Sob esse viés, Lipman (1996) acrescenta que em uma comunidade de investigação, as crianças podem fazer uso do comportamento de outras crianças como modelo para o seu próprio comportamento. Ou seja, se uma criança é silenciosa, as outras podem também o ser, mas se uma criança faz uma pergunta e demonstra um comportamento investigativo, as outras também podem demonstrá-lo (LIPMAN, 1996, p. 317). Isso significa que o comportamento de uma determinada criança pode servir de exemplo para outras.

Nesses termos, pretendi apresentar o modelo da personagem Clara como estímulo para que o leitor seja influenciado a ser mais questionador e desenvolver o pensar bem. E também mostrar a importância de compreender os conhecimentos prévios dos alunos para o processo de ensino-aprendizagem (BASTOS, 1992. p. 66).

#### 4.3 O PERFIL DO PERSONAGEM LUCAS

O personagem Lucas é o professor de Ciências e só aparece na história durante as aulas dessa matéria. No segundo capítulo do diálogo a aluna Clara fala um pouco sobre o personagem:

O professor Lucas é o máximo. Adoro as aulas de Ciências, porque ele sempre faz coisas diferentes e nos surpreende. Já construímos um vulcão, lançamos foguetes, fizemos inúmeros passeios, assistimos vídeos e até já brincamos com um jogo de ciências e nos divertimos à beça. Embora seja engraçado e bem carismático na maior parte do tempo, nem sempre está de bom humor, às vezes ele dá umas broncas na turma quando os meus colegas não fazem a tarefa de casa ou quando ficam conversando na hora errada. Tenho orgulho de dizer que nunca levei uma bronca dele. (APÊNDICE A)

O personagem mostra gostar bastante do que faz e também é um exemplo para a personagem Clara. Ao longo da história a Clara procura sempre fazer as atividades que o professor passa, menciona-o em casa para os pais e procura participar nas aulas de Ciências. Durante as aulas de Ciências, o professor Lucas em diversas circunstâncias, preocupa-se com o processo de investigação pelo qual os alunos chegam a um conceito, resposta ou

conclusão mesmo sendo certa ou errada. Por exemplo, no capítulo três quando o professor pergunta onde está a informação hereditária, alguns alunos respondem:

- No sangue! – Respondi.
  - No espermatozoide e no óvulo! – Respondeu Pedro.
  - Em todas as partes do corpo humano! – Respondeu Beatriz.
- (APÊNDICE A)

O professor Lucas ao invés de responder quem está certo ou errado diz:

- Estou gostando de ver a participação – respondeu o professor Lucas – mas vocês precisam justificar as respostas de vocês. Primeiro você, Clara!
- (APÊNDICE A)

Para Lipman (1996), o professor como modelo deve se preocupar mais com o processo de investigação do que com a resposta propriamente dita e este tipo de comportamento é especialmente valorizado e apreciado pelos alunos.

#### 4.4 MANUAL DO PROFESSOR

O manual do professor é um recurso que serve como subsídio ao professor, contendo atividades suplementares práticas que os alunos farão após a leitura do diálogo. Para Lipman (1996), a importância de fornecer o manual de instruções é propiciar aos professores uma das formas mais valiosas de estruturação. Para o autor, ainda que os mesmos acreditem que estão prontos a dispensá-lo, é importante que seja conhecido, pois, o manual pode incorporar habilidades ou procedimentos que estão fora do alcance da maioria dos professores que trabalham dentro da sala de aula (LIPMAN, 1996, p. 325).

Para cada capítulo do diálogo, há um manual do professor com sugestões e orientações de atividades a serem realizadas após a leitura. Além disso, são sugeridos textos com leitura complementar para o professor. As atividades práticas sugeridas envolvem: no capítulo 1 do Manual, o uso de microscópio para observar células, a habilidade de pensamento sobre o pensar em escala (relações entre escala envolvendo unidades como micrômetro); no capítulo 2 do Manual, atividades sobre relações analógicas entre algumas estruturas da célula e partes uma cidade, e no capítulo 2 do Manual, uma atividade com heredograma.

## 4.5 OBJETIVOS DA PROPOSIÇÃO DIDÁTICA

### 4.5.1 Objetivo Geral

- ✓ Discutir temas relacionados à Biologia Celular e Ensino de Genética a partir de um diálogo baseado nas novelas filosóficas de Matthew Lipman.

### 4.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Abordar de maneira contextualizada a importância do microscópio para o estudo celular.
- ✓ Abordar de maneira contextualizada e dialógica o conceito de célula e a importância de seu estudo.
- ✓ Identificar, a partir do diálogo, a distinção entre células somáticas e células germinativas.
- ✓ Desenvolver as habilidades de pensamento selecionadas no diálogo.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 DESENVOLVIMENTO DO DIÁLOGO E DO MANUAL DO PROFESSOR

O desenvolvimento do diálogo *Clara e as Ciências da Natureza* se deu através de um longo processo de leitura e reflexão. Os textos que fundamentam o roteiro do diálogo se espelham nas novelas filosóficas de Lipman como *Pimpa* (1997), *A descoberta de Ari dos Telles* (1995) e *Issao e Guga* (1997). Ao longo dessas histórias, vemos personagens curiosos no papel de protagonistas que se mostram engajados em investigação filosófica por meio do diálogo entre eles mesmos e com adultos (ver seção anterior 2.3 sobre o Programa de Filosofia para Crianças).

Após ler essas novelas filosóficas, senti “afeto” pelos personagens e até mesmo “tristeza” ao final de cada história, como acontece ao lermos obras de ficção. Ao adaptar o contexto das novelas filosóficas de Lipman para o diálogo na área de Ciências, procurei criar personagens que questionassem e refletissem sobre conceitos de Biologia da Célula e Genética desenvolvendo habilidades de pensamento mencionadas adiante (ver seção 5 Metodologia).

Além do foco nas habilidades de pensamento e no desenvolvimento do pensamento crítico no diálogo, procurei fazer que os personagens expressassem, ao longo dos três capítulos, algumas concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem que são apontadas nos resultados das pesquisas nas áreas de ensino de Biologia da Célula e Genética (ver as seções anteriores 2.1 Ensino e aprendizagem de Biologia Celular e 2.2 Ensino e aprendizagem de Genética). Nesse sentido, o diálogo incorpora questões que são pertinentes aos aprendizes nas séries finais do ensino fundamental.

A priori, questioneimei-me: “o que seria importante discutir na Biologia da Célula e Genética utilizando a Filosofia para Crianças como modelo e, em especial, com enfoque no desenvolvimento das habilidades de pensamento?” Como são várias as dificuldades que os alunos apresentam e infelizmente não é possível abordá-las em três capítulos apenas, fiz uma primeira lista de conceitos. Assim, juntamente com minha orientadora e coorientadora, refleti sobre alguns deles que poderiam ser abordados em tal material. Eles foram: dimensão, forma, cor e localização de algumas células no capítulo 1; núcleo e

hereditariedade no capítulo 2 e distinção entre células somáticas, germinativas e sexuais no capítulo 3 (ver capítulos 1, 2 e 3 no APÊNDICE A).

Primeiramente, realizei a escrita da história em linhas gerais para depois incluir as habilidades de pensamento nela presentes. A equipe, composta por mim, minha orientadora, e minha coorientadora, a partir da leitura do artigo *Thinking skills fostered by Philosophy for Children* de Lipman (1986), elencou e selecionou algumas das habilidades que julgamos adequadas ao diálogo. Essas também são desenvolvidas por meio de atividades e exercícios no manual para o professor.

## 5.2 MATERIAL DIDÁTICO

O diálogo filosófico intitulado *Clara e as Ciências da Natureza* trata de uma aluna estudiosa nas aulas de ciências. Os capítulos não especificam a idade nem a série da aluna. Entretanto, em diversos momentos, é possível deduzir a idade da Clara, como, por exemplo, desde uma criança muito nova, de sete anos, por conta de alguns termos ingênuos apresentados, até uma adolescente, na faixa dos catorze ou dezesseis anos, por demonstrar conhecimento que provavelmente uma criança muito nova não saberia. Para Lipman (1992), alguns valores como o gênero e a idade não são importantes na história. O autor defende que o mais importante não é a forma como o livro é apresentado, mas como seus significados devem ser explicados e interpretados (LIPMAN, 1992, p. 9). Analogamente, a personagem principal Clara e os outros personagens são uma espécie de dispositivo por meio do qual o conteúdo pode ser decodificado e traduzido na linguagem comum (LIPMAN, 1992, p. 9). Além disso, Clara e sua comunidade de investigação possuem habilidades cognitivas e disposições para a investigação (SPROD, 2014).

As primeiras, habilidades cognitivas, referem-se às ações cognitivas que podem ser realizadas, enquanto que as últimas, disposições, dizem respeito ao desejo de se engajar nestas cognições. Clara valoriza essa disposição para a investigação. Assim, segundo Lipman (1992), os personagens demonstram padrões, tais como, padrões de raciocínio, padrões de investigação, padrões de conduta e padrões de julgamento. Lipman (1992) não se preocupou em decidir qual a idade dos protagonistas de suas histórias e deixa para o

leitor decidir. Portanto, também foi feito, dessa maneira, a decisão de você, leitor (a), deliberar sobre qual é a idade da personagem Clara.

No diálogo, temos o professor chamado “Lucas” que é carismático, adora a sua matéria, é dedicado e os alunos o adoram. Aquele professor que gosta de instigar os alunos a pensar e pretende sempre vê-los responder, e não somente entregar as respostas de uma vez.

Algumas sugestões serão feitas para as aulas nas quais este recurso didático poderá ser aplicado. Em cada aula os alunos receberão um capítulo do diálogo e farão a leitura em conjunto. Cada capítulo contém cerca de até 10 páginas. Se necessário, o professor pode solicitar que a turma leia novamente ou leia extratos do texto. Após a leitura, o professor pedirá que os alunos falem a respeito de suas impressões sobre o diálogo, quais são os temas que foram discutidos na leitura e perguntará se tinham as mesmas concepções dos personagens fictícios do diálogo. Após a discussão do capítulo, será solicitado que os alunos registrem os termos mencionados no diálogo para melhor esclarecimento.

São previstas de uma a duas aulas, fora a aula da leitura do capítulo, para realização da aula prática que dará sequência às aulas dos capítulos do diálogo. As descrições das aulas práticas estão no manual do professor.

Este produto educativo apresenta inovação com relação ao Programa de Filosofia para Crianças, pois os diálogos incorporam as concepções alternativas encontradas na literatura de ensino de Biologia da Célula e Genética, promovendo a discussão das mesmas.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposição didática desta Dissertação consiste no diálogo *Clara e as Ciências da Natureza* e um manual do professor. O diálogo é composto por três capítulos (APÊNDICE A) e cada um deles tem um correspondente no manual do professor (APÊNDICE B). Nesta seção, esses componentes da proposição didática serão analisados à luz de seu aporte para o ensino de algumas habilidades de pensamento que podem auxiliar na compreensão de conceitos da Biologia da Célula e Genética nas séries finais do ensino fundamental. As seguintes perguntas serão respondidas usando a literatura acadêmica pertinente: qual a contribuição educacional do modelo de diálogo de Filosofia para Crianças de Lipman para o ensino de Biologia da Célula e Genética? Quais suas limitações? Quais são as complementações necessárias? Como a proposta educacional desta Dissertação usa o modelo de forma adequada no ensino de ciências e ao mesmo tempo busca solucionar suas limitações?

### 6.1 HABILIDADES DE PENSAMENTO

Segundo Lipman, as habilidades de pensamento consistem em um repertório das capacidades intelectual da humanidade (LIPMAN, 1986, p. 83). Lipman desenvolveu uma lista com 30 habilidades de pensamento presentes na Filosofia para Crianças. Nessa lista, ele as discute exemplificando-as uma a uma. Abaixo desenvolvo as principais habilidades listadas por Lipman que criteriosamente fazem parte das passagens do diálogo desta Dissertação. Essas são (Lipman, 1986): “formular conceitos de forma precisa” (p. 88), “fazer inferências a partir de uma única premissa” (p. 88), “formular questões” (p. 90), “reconhecer a consistência e a contradição entre pensamentos e premissas” (p. 90), “reconhecer a natureza contextual da verdade e falsidade” (p. 92), “trabalhar com analogias” (p. 94), “construir hipóteses” (p.94), “construir definições por palavras familiares” (p. 96) e “identificar e usar critérios” (p. 96).

A habilidade “formulando conceitos de forma precisa” (LIPMAN, 1986, p. 88) incentiva a criança a ser capaz de identificar casos que estão claramente dentro e fora de definições. Em outras palavras, espera-se que ela identifique o porquê de um conceito ser de uma maneira e não de outra. Ela encontra-se no capítulo três do diálogo (APÊNDICE A) a aluna Beatriz acredita que a informação hereditária é encontrada no sangue. Ao longo do diálogo ela compreende que essa formulação é incorreta e que a informação hereditária é encontrada nos gametas.

A habilidade “fazer inferências a partir de uma única premissa” (LIPMAN, 1986, p. 88) deve possibilitar ao estudante a realização de conversões lógicas, de modo a identificar aquelas que são válidas aquelas que são não válidas, e ainda realizar o apontamento das exceções. Durante a conversa com o pai no segundo capítulo (APÊNDICE A), Clara o questiona dizendo que não são todos os seres microscópios que causam doenças. Para o pai da aluna, todos os seres microscópicos causavam doenças. Clara afirma que *alguns* causam e outros não.

A habilidade “formular questões” (LIPMAN, 1986, p. 90) diz respeito à capacidade do estudante em relacionar algumas questões que não fazem muito sentido, aprendendo a formular questões que evitam essas dificuldades. Por exemplo, no primeiro capítulo a personagem Clara faz uso de seu conceito prévio sobre o microscópio, que lhe havia sido transmitido por seu pai (APÊNDICE A): um instrumento científico usado para observar coisas pequenas. Dessa maneira, como o professor utilizou na mesma sentença que estudariam células e microscópio, a personagem Clara relacionou que as células seriam algo pequeno que só pode ser visto ao microscópio. Ela refletiu formulando para si mesma esta questão e em seguida discutiu com a amiga, Aninha.

Em outra situação no mesmo capítulo (APÊNDICE A) o professor Lucas diz que os alunos irão observar células de algas, plantas e animais. A personagem Clara por não saber da existência de outros seres vivos, como as algas, pergunta se as células são de plantas e animais quase inferindo que células pertencem aos seres vivos. O professor deve fazer com que as crianças identifiquem pressuposições. Em diversas situações do diálogo o professor Lucas pergunta para os alunos o que acham que determinado termo significa, fazendo com que os mesmos formulem questões, façam distinções e até generalizações. Por exemplo, no terceiro capítulo (APÊNDICE A), quando perguntado onde está a informação hereditária (veja acima) a personagem Clara pensa que está no sangue, pois escuta no dia a dia as pessoas falarem que alguém pertence ao sangue de algum familiar,

como exemplo de características e personalidades. Esta concepção facilmente confunde os alunos e os faz inferir isso.

A habilidade “reconhecer a consistência e a contradição entre pensamentos e premissas” (LIPMAN, 1986) assevera que o estudante deve reconhecer consistências e inconsistências em um conjunto de dados. Devem também desenvolver e aplicar regras de contradição. No capítulo dois (APÊNDICE A), quando a mãe da Clara pergunta se ela aprendeu na aula “tudo” sobre células, a filha a questiona, refletindo e perguntando como uma pessoa sabe que aprendeu tudo sobre alguma coisa. Ela diz, nas palavras do professor, que o conhecimento científico é ilimitado, sempre terão coisas novas a aprender.

Também no segundo capítulo (APÊNDICE A), o pai da Clara infere que todos os seres pequenos causam doenças. Clara ao ouvir essa afirmação, interrompe-o, dizendo que não são todos os seres microscópicos que causam doenças, mas ao contrário há inúmeras bactérias e outros seres que são inofensivos. Também neste capítulo (APÊNDICE A) há o momento entre o diálogo do pai e da filha, em que ele pergunta de que cor são as células. Clara faz uma reflexão, lembrando-se de que algumas células tinham cores diferentes, mas que o professor em diversos momentos dizia que usara corantes para observar as células. Clara, baseada na situação em que passou na sala de aula, conclui que algumas células têm cores e outras não tem, respondendo ao pai o que achara.

A habilidade “reconhecer a natureza contextual da verdade e falsidade” (LIPMAN, 1986, p. 92) diz respeito a verdades e falsidades generalizadas. Os estudantes podem receber auxílio em associar afirmações como verdadeiras ou falsas e identificar exceções.

Há no capítulo 2 do diálogo (APÊNDICE A), a questão da cor das células. Na história a personagem Clara leva o pai a refletir sobre o fato de que algumas células têm cores e outras não, e para que estas últimas sejam vistas, é necessário que o professor use alguns corantes. Portanto, é interessante questionar: “as células têm cores ou não tem cores?” Talvez o leitor responda como a personagem Clara respondeu na história.

De acordo com Lipman (1986), o raciocínio analógico é uma importante conexão entre a lógica e o pensamento criativo (LIPMAN, 1986, p. 94). Sobre a habilidade “trabalhar com analogias,” no capítulo 2 do diálogo (APÊNDICE A), com respeito às células, Clara afirma que vira “coisas que pareciam tijolos empilhados numa parede”. Essa e outras analogias são exploradas no manual do professor com respeito as suas abrangências e limitações.

A habilidade “construir hipóteses” (LIPMAN, 1986, p. 94) diz que as hipóteses são ideias que representam possíveis formas de resolver situações problemáticas. Quando nos deparamos com fenômenos, procuramos algumas maneiras através de hipóteses para explicá-los. No primeiro capítulo a personagem Clara, através do termo microscópio e célula usados na mesma sentença, constrói a hipótese de que as células sejam bem pequenas (APÊNDICE A). No terceiro capítulo (APÊNDICE A), a personagem Aninha infere que a informação genética é encontrada nas células do sangue. De acordo com a personagem, as células do sangue são muito importantes pois no cotidiano as pessoas relacionam o fator hereditário com o sangue, além da questão da perda de muito sangue poder causar a morte. A hipótese de que o material genético é encontrado somente nas células do sangue é uma concepção comum dos estudantes já apresentados na literatura (Lewis et al, 2000, p. 76) (ver seção anterior 2.2 Ensino e aprendizagem de Genética).

A habilidade “construir definições por palavras familiares” (LIPMAN, 1986, p.96) diz que quando deparado com alguma palavra desconhecida, mesmo podendo procurar as definições dessas palavras no dicionário, as crianças devem ser capazes de construir por si mesmas as definições de palavras cujos significados elas já sabem. No capítulo três (APÊNDICE A), quando Clara pergunta à mãe como a informação genética é transmitida, aquela responde de maneira simplória usando termos familiares como “sementinha” e “ovinho”. Na história não é especificado se a mãe conhece ou desconhece o termo científico. Entretanto, foi usado um termo com palavras familiares para tentar explicar alguma coisa. A personagem Clara mostra que entende o que a mãe diz e apresenta para o professor na aula de Ciências (APÊNDICE A). O professor com base no entendimento de palavras familiares conhecidas pela Clara, não desqualifica a tentativa da aluna e completa a explicação com os termos científicos apropriados.

A habilidade “identificar e usar critérios” (LIPMAN, 1986, p. 96) diz que é comum empregarmos critérios ou padrões quando fazemos algum julgamento. Para Lipman (1986), é importante que os estudantes conheçam os critérios utilizados quando fazem os julgamentos e que sejam apropriados para as situações em que os realizam. Para o educador, os critérios são importantes especialmente na construção de definições. No segundo capítulo os alunos tentam construir critérios de localização da célula no corpo humano (APÊNDICE A). Não saber um determinado critério dificulta fazer um julgamento de um conhecimento científico. Caballer e Giménez (1992) realçam que os alunos apresentam dificuldades em constatar a presença de células em estruturas dos seres vivos

com aspectos minerais tais como cortiça, ossos, coral. Ou seja, o aspecto de pedra ou rigidez não se associa com a ideia de vida e, portanto, os alunos entendem que não são formados por células.

Sobre o olhar para a reflexão da pergunta de pesquisa “qual a contribuição educacional do modelo de diálogo de Filosofia para Crianças de Lipman para o ensino de Biologia da Célula e Genética?” penso que atende algumas expectativas no que diz respeito a colocar o aluno no papel de um personagem investigador, aquele que busca respostas e questiona, refletindo acerca do que está. Também é discutido como modelo do diálogo no ensino de Ciências várias dificuldades em concepções alternativas encontradas na literatura como, por exemplo, reconhecer os seres vivos formados por células, distinguir seres unicelulares e pluricelulares, reconhecer que todas as células possuem o material genético, reconhecer que bactérias são unicelulares, reconhecer por que é importante o microscópio para estudar as células uma vez que nossos olhos não enxergam objetos menores que 0,2 milímetros, reconhecer que a rigidez não exatamente significa ausência de células. Para os pesquisadores (CABALLER E GIMENEZ, 1992), compreender que os seres vivos são formados por células não é algo que é de fácil compreensão para os alunos, uma vez que não é um fenômeno observável no cotidiano. Essas concepções básicas procuraram estar presentes em escrita simples no diálogo, porém, de maneira crítica e reflexiva para facilitar o contato do leitor com os conteúdos de ciências.

Para alguns autores (TANNER e ALLEN, 2002, CARLAN, SEPEL e LORETO, 2013) que sugerem mudanças didáticas ao ensinar estes termos pertinentes que apresentam uma bagagem de concepções alternativas dos alunos, procurei maneiras de apresentar de forma lúdica, através de um diálogo, discussões, pesquisas e aulas práticas, trabalhar alguns conceitos por meio da reflexão em situações do cotidiano que possam facilitar a aprendizagem dos alunos de alguns conceitos científicos sobre Biologia Celular e Genética nas séries finais do ensino fundamental. Encontra-se no diálogo uma maneira de ensinar que leva à reflexão, à discussão e ao questionamento. Busquei afastar-me na elaboração dessa unidade didática das práticas mecânicas focadas em conteúdo e conceitos que tornam o ensino monótono e a aprendizagem mínima.

Proponho que as habilidades de pensamento desenvolvidas por Lipman na Filosofia para Crianças estejam presentes no ensino de Ciências uma vez que estas estimulam o desenvolvimento do pensar bem, ou seja, o pensamento acompanhado de bons julgamentos, estes caracterizado por critérios que sejam críticos para quem os discute.

Através das habilidades de pensamento é possível ajudar as crianças a descobrirem sua capacidade intelectual (LIPMAN, 1986, p. 84). As habilidades de pensamento poderão também influenciar no desenvolvimento de uma comunidade de investigação em sala de aula. É importante ressaltar que os diferentes tipos de pensamento não são fornecidos meramente para fins dramáticos nas histórias (LIPMAN, 1986, p. 85) pois as crianças devem ser estimuladas a pensar e a se expressarem com estilo e eficiência (LIPMAN, 1986, p. 85).

Assim, reitera-se que para Lipman (1986), as habilidades de pensamento não são exclusivamente desenvolvidas nas discussões em sala de aula, mas se mostram fortemente mais evidentes neste ambiente. Os alunos em grande maioria gostam mais de falar do que ler e escrever. Sugiro que os alunos estejam propensos a se expressarem mais vezes porque uma simples conversa pode ser convertida em conversação, discussão e diálogo, procurando ouvir melhor os outros para responder cada vez melhor aos seus próprios questionamentos (LIPMAN, 1986, p. 86).

À luz da questão “como a proposta educacional desta Dissertação usa o modelo de forma adequada no ensino de Ciências e ao mesmo tempo busca solucionar suas limitações?” o trabalho desenvolvido procura ensinar ciências através da leitura, reflexão e discussão do diálogo no texto base para o aluno. No diálogo há termos em negrito procurando chamar atenção do leitor para que responda ou mesmo questione alguns desses.

Procuro solucionar as limitações encontradas no diálogo através do manual do professor. O manual do professor apresenta uma sequência de sugestões bem como algumas discussões importantes que podem ser realizadas em sala de aula. Além das discussões, no manual é sugerido que o estudante faça algumas pesquisas, o que é, sem dúvida, de grande importância no processo de ensino e aprendizagem. Além também na experimentação e escrita sobre ciências. No manual encontra-se uma sugestão de aula prática que pode ser realizada após a leitura do diálogo para dar sequência à aula e ao tema proposto.

Acredito que, com o uso das habilidades de pensamento no Programa de Filosofia para Crianças de Lipman, os estudantes também poderão desenvolver as habilidades propostas pelo *Currículo do Ensino Fundamental: Anos Finais* (2010) tais como:

- investigar fenômenos e explorar ideias, o que é bastante diferente de lidar com conteúdos selecionados do corpo de conhecimentos de Física, Química ou Biologia sem a necessária articulação com a realidade à qual se referem;

- formular perguntas sobre fenômenos e processos observados – e não responder questionários exaustivos ou a perguntas de roteiros de pesquisa de campo, de protocolos de experimentação, etc.
- dar respostas para perguntas que eles mesmos se fazem, em relação ao mundo natural e ao mundo da tecnologia. Enfim, um processo no qual se espera que ocorram mudanças conceituais por parte dos estudantes, mudanças estas que não dependem exclusivamente da escola (p. 154).

O que apresento aqui é uma maneira de tentar ensinar a desenvolver algo de grande importância como investigar fenômenos e explorar ideias através de habilidades que buscam um pensamento crítico e criativo. Uma proposta que motive o aluno, através do conteúdo de Ciências, a desenvolver o pensar bem.

Sobre o olhar da questão “quais limitações e quais são as complementações necessárias? ” vemos que não são todas as dificuldades das concepções alternativas encontradas na literatura que são discutidas e esclarecidas no diálogo. Nem mesmo sabemos se os estudantes desenvolverão o pensamento crítico esperado ao lerem este produto educativo. Tendo por base as leituras do Programa de Filosofia para Crianças, bem como seus resultados e comparando com o diálogo proposto “*Clara e as Ciências da Natureza*” acredito que o material poderá recolher bons resultados de pensamento crítico e aprendizagem.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Matthew Lipman foi um filósofo e educador com propostas significativas para ensinar Filosofia para crianças através do desenvolvimento do pensar crítico. Seu trabalho tem se mostrado bem-sucedido no que diz respeito ao incremento da reflexão e do papel ativo dos alunos em sala de aula. O principal recurso para tal é um diálogo filosófico seguido de um manual com sugestões de discussão e participação dos alunos.

Procurei desenvolver um recurso análogo para o ensino de ciências através de três capítulos voltados para os conteúdos de Biologia. O primeiro capítulo tratou de discutir o papel de um instrumento científico, o microscópio, e a relação do observador para com o instrumento através da busca por respostas aliada à curiosidade e à ansiedade. O segundo capítulo, dando sequência ao primeiro, procura apresentar uma introdução ao ensino das células e a sua estrutura. O terceiro capítulo procurou discutir a presença e a transmissão da informação hereditária, dando sequência ao estudo da célula, tratando da sua localização e presença no organismo humano. O terceiro capítulo é onde uma maior quantidade de termos científicos são apresentados.

Acima do conteúdo de ciências, o principal objetivo é que os alunos desenvolvam algumas das habilidades de pensamento que corroborem o pensar reflexivo e crítico. A partir do desenvolvimento das habilidades de pensamento poderá ser criada uma comunidade de investigação em que o papel do aluno torna-se vivo e dinâmico, enquanto o professor torna-se um orquestrador dos diálogos e discussões em sala de aula.

O manual do professor sugere várias atividades como discussão, exercícios, microscopia para os alunos, peça fundamental para o professor utilizar após a leitura dos diálogos. É uma continuidade dos capítulos de cada diálogo, e não só um complemento.

O produto educativo apresenta inovação com relação ao Programa de Filosofia para Crianças pois os diálogos incorporam as concepções alternativas encontradas na literatura de ensino dos conteúdos de Biologia da Célula e Genética. É muito importante o papel do professor como aplicador deste produto educativo, uma vez que mediando a discussão e exigindo o respeito e participação dos alunos com o novo conhecimento, poderá adquirir bons resultados.

Gostaria de ressaltar que outras pesquisas necessitam ser realizadas e novos recursos didáticos desenvolvidos tais como este. A grande busca através da literatura

mostrou-me uma vasta riqueza para o planejamento de recursos didáticos e sem dúvida um enorme desejo em criá-los. Novos capítulos podem ser produzidos. Novas estratégias para enriquecer mais o manual. Outras formas didáticas de ensinar, outros assuntos.

A partir da constatação das inúmeras dificuldades dos alunos no conhecimento dentro do domínio apresentado nesta dissertação, seja científico ou em outra área, reflito sobre a aplicação de novas estratégias a serem utilizadas em sala de aula. Apresentei aqui uma que ainda não havia sido aplicada e reconheço que ainda há o que melhorar. Autores como Ferreira (2004), Sprod (1994) e Melo (2013) que arcaram com esta estratégia no ensino de ciências colheram bons frutos. E eu espero também colher os meus!

Com esta Dissertação aprendi que, a pesquisa, como meio norteador para o ensino, corrobora para melhores desenvolvimentos de recursos didáticos, e, conseqüentemente, possíveis coletas significativas de resultados. E, também, ter como bagagem o conhecimento das concepções prévias dos alunos, sendo alternativas ou não, juntamente com a capacidade de orquestrar a aula, veiculando a discussão e a participação, contribui para aulas cada vez melhores. Além disso, considero minha leitura crítica de um texto acadêmico, incluindo o idioma inglês, aperfeiçoada. O pensar bem que Lipman aborda envolveu não apenas a construção dos personagens do diálogo *Clara e as Ciências da Natureza*, como também quem o escreveu. Percebo, hoje, em minhas aulas ministradas, o reflexo de toda dedicação a esta Dissertação, aulas que promovem a discussão e maiores envolvimento com os alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. J. **Thinking skills curricula: Their promise and progress.** Educational Psychologist, 24(1), 25-77. 1989.

ANJOS, A. C. CARVALHO, E. E. ANJOS, F. C. ANJOS, F. C. **Concepções sobre Célula dos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública na Cidade de Picos-PI.** Encontro de Inovação Tecnológica e Ensino de Ciências do Campus Picos. 2 p. 2012.

AYUSO, G. E. BANET, E. **Alternativas a La Enseñanza de La Genética em educación secundaria.** Enseñanza de las ciencias, 2002, 20 (1), 133-157

BANET, E. AYUSO, E. **Introducción A La Genética En La Enseñanza secundaria y bachillerato: Contenidos de Enseñanza y conocimientos de lós alumnos.** Ensenanza de las ciencias, 1995,13 (2), 137-153.

BARROS, C. PAULINO, W. **Ciências – O corpo humano: 8º ano.** Ensino Fundamental. 67ª edição. São Paulo. Editora Ática, 2012.

BASTOS, F. **O Conceito de Célula Viva Entre os Alunos de Segundo Grau.** Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul./set. 1992.

BOWLING, B. V. HUETHER, C. A. WANG, L. MYERS, M. F. DEAN, G. E. ACRA, E. E. WRAY, F. P. JACOB, G. A. **Genetic Literacy of Undergraduate Non–Science Majors and the Impact of Introductory Biology and Genetics Courses.** BioScience. July/August 2008/ Vol. 58 No. 7.

BRASIL, BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais - 5ª a 8ª séries.** Brasília, DF, 1998a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais.** Brasília, DF, 1998b.

BRASIL, BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Currículo Educação Básica. Ciências Naturais - 5ª a 8ª séries.** Brasília, DF, 2010.

BRASIL, BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Currículo em Movimento da Educação Básica. Ciências Naturais - 5ª a 8ª séries.** Brasília, DF, 2013.

BRASIL, BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Currículo Educação Básica. Biologia – Ensino Médio.** Brasília, DF, 2010.

CABALLER, M. J. y GIMIMÉNEZ, I. **Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos.** Enseñanza de las ciencias, 1992, 10 (2), 172-180.

CANTO, E. L. **Ciências Naturais Aprendendo com o cotidiano: 9º ano.** Ensino Fundamental. 3ª edição. Editora Moderna, 2009.

CARLAN, F. A. SEPEL, L. M. N. LORETO, E. L. S. **Explorando diferentes recursos didáticos no Ensino Fundamental: uma proposta para o ensino de célula.** Acta Scientiae, v.15, n.2, p.338-353, maio/ago. 2013.

CERRI, Y. L. N. S. NADALINI, M. F. C. SILVA, L. H. A. **Possibilidades e Dificuldades didáticas para o ensino da Célula: Modelo Mental e Representação Visual.** III Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências. 17p. 2001.

CÉSAR, D.S.J. SEZAR, S. BEDAQUE, P. S. **Ciências Entendendo a Natureza – O ser humano no ambiente: 8º ano.** Ensino Fundamental. 23ª edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2009.

CHATTOPADHYAY, A. **Understanding of Genetic Information in Higher Secondary Students in Northeast India and the Implications for Geneteics Education.** Cell Biology Education Vol. 4, 97–104, Spring 2005.

CID. MARÍLIA. NETO. **Dificuldades de Aprendizagem e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: O caso da Genética.** Enseñanza de las ciencias, 2005. Número extra. Vii congreso.

EL-HANI, C.N. **Controvérsias Sobre o Conceito de Gene e Suas Implicações para o Ensino de Genética.** Associação brasileira de pesquisa em educação em ciências atas do v enpec - nº 5. 2005 - ISSN 1809-510.

EL-HANI, C. N. **Between the cross and the sword: The crisis of the gene concept.** Genetics and Molecular Biology, 30, 2, 297-307 (2007).

ENCONTRO COM MATTHEW LIPMAN. **Coleção Grandes Pensadores**. Direção e produção de Atta Mídia e Educação, sd. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=iXgNiyStRBI>>. Acesso em 10 jul. 2013.

FABRÍCIO, M.F.L. JÓFILI, Z, M. S. SEMEN, L. S. M. **A compreensão das Leis de Mendel por alunos de Biologia na Educação Básica e na Licenciatura**. Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 08/Número 1 – Julho de 2006.

FERREIRA, L. B. M. **The role of a science story, activities, and dialogue modeled on philosophy for children in teaching basic science process skills to fifth graders**. Dissertation Abstracts International. 2004.

FERREIRA, L. B. M. **Philosophy for Children in the Science Class: Children Learning Basic Science Process Skills through Narrative**. Thinking: The Journal of Philosophy for Children, Volume 20, Numbers 1 & 2. 2012.

GARCÍA BARROS, S.; MONDELO ALONSO, M.; MARTÍNEZ LOSADA, M. C. **Planteamiento didáctico de la teoría celular en las concepciones previas de los alumnos**. Enseñanza de las Ciencias (III Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias). n. Extra, Part 1, p.73-74, 1989.

GAZZARD, A. **Thinking skills in science and philosophy for children**. In M. Lipman. 1993.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências – Nosso corpo: 8º ano**. Ensino Fundamental. 4ª edição. São Paulo. Editora Ática. 2010.

GOLDBACH, T. EL-HANI, C. N. **Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Ideias Sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 153-189, mar. 2008 ISSN 1982-5153.

GUIMARANES, M. N. K. AURORA, A. DULCE, D. SILVIENE, S. HELENA, H. CORREIA. A. **Relação entre herança Genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal**. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2267-2270.

GUIMARAES, M.N.K. Faria, A. C. M. ROCHA, D. M . S. FEIJÓ, G. **Diferentes células de um mesmo indivíduo apresentam a mesma informação Genética? A compreensão**

**de estudantes do ensino médio e universitário.** Revista da SBEnBio – Número 03. Outubro de 2010.

JUNIOR, O. P. T. KLEIN, T. A. S. **Concepções sobre Biologia Celular de Alunos de Ensino Médio da Cidade de Londrina, PR.** IV Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências. Monografia de Conclusão de Curso, Bacharelado em Ciências Biológicas, UEL, 2003.

KNIGHT, M.K. WOOD, W.B. KNIGHT, J.K. **The Genetics Concept Assessment: A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics.** American Society for Cell Biology. CBE—Life Sciences Education Vol. 7, 422–430, Winter 2008.

KNIGHT, J. K. SMITH, M. K. **Different but Equal? How Nonmajors and Majors Approach and Learn Genetics.** CBE—Life Sciences Education Vol. 9, 34–44, Spring 2010.

KRASILCHICK, Myriam. **Prática de ensino de Biologia.** São Paulo: Harbra, 1996.

LEWIS, J. LEACH, J. WOOD-ROBINSON, C. **What's in a cell? – young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual.** *Journal of Biological Education.* V. 34, n. 3, p. 129-132, 2000 a.

LEWIS, J. LEACH, J. WOOD-ROBINSON, C. **All in the genes? – young people's understanding of the nature of genes.** *Journal of Biological Education.* 2000 b. 6p.

LEWIS, J. LEACH, J. WOOD-ROBINSON, C. **Chromosomes: the missing link – young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilization.** p.189-199. *Journal of Biological Education.* 2000 c. 11p.

LEWIS, J. LEACH, J. WOOD-ROBINSON, C. **Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?** *INT. J. SCI. EDUC.,* 2000d, VOL. 22, NO. 2, 177-195.

LEWIS, J. KATTMANN, U. **Traits, genes, particles and information: re-visiting student's understandings of genetics.** *International Journal of Science Education.* p.195-206. 2004.

LIPMAN, Matthew. **A descoberta de Ari dos Telles**. Tradução de Sylvia Judith Hamburguer Mandel São Paulo: Centro Brasileiro de Filosofia para Crianças, 1995.

LIPMAN, Matthew. **A Filosofia na sala de aula**. Tradução de Ana Luiza Fernandes Falcone. São Paulo: Summus, 2001.

LIPMAN, Matthew. **A Filosofia vai à escola**. Tradução de Maria Elice de Brzezinski Prestes e Lucia Maria Silva Kremer. São Paulo: Summus, 1990.

LIPMAN, M. SHARP, A, M. FEED, R. F. **Studies in Philosophy for Children – Harry Stottlemeier’s Discovery**. Temple University Express. 1992

LIPMAN, Matthew. **Issao e Guga**. Tradução de Sylvia Judith Hamburguer Mandel São Paulo: Centro Brasileiro de Filosofia para Crianças, 1997.

LIPMAN, Matthew. **Luisa**. Tradução de Sylvia Judith Hamburguer Mandel São Paulo: Centro Brasileiro de Filosofia para Crianças, 1999.

LIPMAN, Matthew. **O pensar na educação**. Tradução de Ann Mary Figueira Perpétuo. Petrópolis: Vozes, 1996.

LIPMAN, Matthew. **Pimpa**. Tradução de Sylvia Judith Hamburguer Mandel. São Paulo: Centro Brasileiro de Filosofia para Crianças, 1997.

LIPMAN, M. **Thinking skills fostered by philosophy for children**. In S. F. 1986.

MALACHIAS, M.E. PADILHA, I.Q.M. WELLER, M. SANTOS, S. **Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 9 N°3, 657-668. 2010.

MANUELA, C.A. **Algunas ideas Del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de Genética**. Enseñanza de las ciencias, 2008, 26(2), 227–244.

MARTÍN, E. H. S. SOTO, I. S. **Unidad Didáctica para Abordar el concepto de célula desde La resolución de problemas por Investigación**. Paradigma, Vol. XXX, N° 1, Junio de 2009/63-85.

MELO, J. R. **Percepções de estudantes de licenciatura em Ciências Naturais sobre uma unidade didática acerca da humanização da ciência com base nos estudos de Gregor Mendel sobre a Hereditariedade.** Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade de Brasília. Brasília, 2013.

MELO, J.R. CARMO, E.M. **Investigações Sobre o Ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões Sobre as Publicações Científicas.** *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

NEWMAN, D. L. CATAVERO, C. M. WRIGHT, L. K. **Students Fail to Transfer Knowledge of Chromosome Structure to Topics Pertaining to Cell Division.** *CBE—Life Sciences Education* Vol. 11, 425–436, Winter 2012.

PALMERO, M. L. R. **Revisión Bibliográfica Relativa A La Enseñanza de La Biología Y La Investigación en El Estudio de La Célula.** *Investigações em Ensino de Ciências – V5(3)*, pp. 237-263, 2000.

PAULA, S.R. **Ensino e Aprendizagem dos Processos de Divisão Celular no Ensino Fundamental.** Dissertação de Mestrado apresentada no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

PEGORARO, O. M. E. OLIVEIRA, V, L, B. KLEIN, T, A, S. ANDRADE, E. BRECHARA, F. RUIZ, J. L. OGO, M. Y. NAKAYAMA, P. MELICIANO, N, V. SANTOS, R, B. CUPELLI, R, L. **A formação de Conceitos em Biologia Celular. IV Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências.** 4p. Universidade Estadual de Londrina, Depto. de Biologia Geral, Londrina, PR. 2003.

RESNICK, L. **Education and learning to think.** Washington: National Academy Press. 1987.

SHAW, K, R. M. HORNE, K. V. ZHANG, H. BOUGHMAN, J. **Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Concent.** *Genetics Society of America. Genetics* 178: 1157–1168. March 2008.

SMITH, M.J. KNIGHT, J.K. **Using the Genetics Concept Assessment to Document Persistent Conceptual Difficulties in Undergraduate Genetics Courses.** *The Genetics Society of America.* 2012. 40p.

SPROD, T. **Discussions in Science. Promoting conceptual understanding in the middle school years.** Acer press. 2011. 174p.

SPROD, T. **Developing higher order thinking through whole class discussion in a science classroom.** Unpublished masters dissertation, University of Oxford, Oxford. 1994.

SPROD, T. **Improving scientific reasoning through Philosophy for Children: An empirical study.** *Thinking* 13 (2), 11-16. 1997a.

SPROD, T. **‘Nobody really knows’: The structure and analysis of social constructivist whole class discussion.** *International Journal of Science Education*, 19 (8), 911-924. 1997b.

SPROD, T. **‘I can change your opinion on that’: Social constructivist whole class discussion and their effect on scientific reasoning.** *Research in Science Education*, 28, (4), 463-480. 1998.

SPROD, T. **Philosophical Inquiry and Critical Thinking in Primary and Secondary Science Education.** *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, Chapter 48, 2014.

TANNER, K. ALLEN, D. **Approaches to cell Biology teaching: A primer on standards.** *Cell Biology Education*, vol. 1, inverno, p.95-100, 2002.

TRICKEY, S. TOPPING, K. J. **‘Philosophy for children’: A systematic review.** *Research Papers in Education* 19(3), 365-380. 2004.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **Companhia das Ciências: 8º ano. Ensino Fundamental.** 1ª edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2011.

VIERA, I. L. MAURO, M. O. TARTAROTTI, E. OLIVEIRA, R. J. **Compreensão de alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública a respeito do DNA e do processo de divisão celular.** Resumos do 57º Congresso Brasileiro de Genética • 30 de agosto a 2 de setembro de 2011 Centro de Convenções do Hotel Monte Real Resort • Águas de Lindóia • SP • Brasil [www.sbg.org.br](http://www.sbg.org.br).

VENVILLE, G. GRIBBLE, S. J. DONOVAN, J. **Na Exploration of Young Children’s Understandings of Genetics Concepts from Ontological and Epistemological Perspectives.** Wiley Periodicals, Inc. 2005.

VYGOTSKY, Lev. **A formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WILSON, V. **Can thinking skills be taught? A paper for discussion.** Appendix 3: Starter paper. Edinburgh, Scotland: Scottish Council for Research in Education. 2000.

WOOD-ROBINSON, C. LEWIS, J. LEACH, J. **Young People's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism.** Journal of Biological Education. 2000. 8p.

WYNNE, C. F.; PASSMORE, C. **High School Students' use of meiosis when solving genetics problems.** Journal of Science Education. SCI. EDUC., 2001, VOL. 23, NO. 5, 501- 515.

APÊNDICE A – O Diálogo *Clara e as Ciências da Natureza*

“Clara e as Ciências da  
Natureza”

## CAPÍTULO 1 – O QUE VEMOS AO MICROSCÓPIO?

*“Neste mês, nós vamos estudar a célula e, na próxima aula, aprenderemos sobre o microscópio.”*

Essa foi a última coisa que o professor Lucas, de Ciências, disse quando acabou a aula. Aquilo me deixou um tanto intrigada.

Bem, eu sou a Clara, sou bastante estudiosa e adoro Ciências. Desde pequena, eu faço muitas perguntas para todos, principalmente para os meus pais. Algumas perguntas as pessoas não sabem me responder como **“existe vida em outro planeta?”**, **“quantas estrelas têm no Universo?”** ou **“para onde as pessoas vão quando morrem?”**, mesmo assim, eu continuo perguntando e, muitas vezes, conseguem me responder. Agora, quando o professor Lucas falou que iríamos estudar a **célula**, fiquei na maior expectativa porque quando perguntei o ela que era, ele não me respondeu logo em seguida. A única coisa que ele disse foi:

- Tenha calma, Clara... Primeiro é muito importante aprendermos sobre o **microscópio** e isso será logo na aula seguinte.

Mas a próxima aula de Ciências só será na próxima semana. Muito tempo! Não sei se vou conseguir esperar. Sou muito ansiosa para saber as coisas e confesso que fiquei muito curiosa.

- Pense, Clara! – Disse a mim mesma alto em um tom autoritário – O que é uma célula e por que teremos de aprender sobre o microscópio?

**De que tamanho é uma célula?** Hmmmm, vejamos...

O professor disse que vamos aprender sobre o microscópio, eu sei que este é um **instrumento que os cientistas usam** para ver coisas bem pequenininhas que nossos olhos não conseguem ver. Será que essa tal célula é alguma coisa bem pequena? Eu aposto que sim! Deve estar relacionada com o microscópio. Deve haver alguma relação entre o microscópio e a célula. Mas afinal, **onde estão as células?** Provavelmente, elas existem no laboratório de Ciências em algum frasco lá na estante. Vou procurar saber mais a respeito. Chegando em casa, eu pergunto aos meus pais.

Cheguei em casa e estou com tanta fome que nem vou tirar meu uniforme da escola. Vou logo à cozinha comer alguma coisa. Meus pais estavam me aguardando chegar para almoçar.

- Clara – disse, mamãe – Não vai trocar de roupa antes de almoçar? Você pode sujar seu uniforme.

- Hoje não, mamãe – Respondi – Estou com tanta fome que primeiro quero almoçar, só depois é vou para o meu quarto.

Coloquei minha comida e sentamos à mesa.

- Como foi a aula hoje, filha? – disse meu pai todo sorridente. Ele costuma me fazer essa pergunta praticamente todos os dias. Eu nem me importo, adoro contar como são as minhas aulas.

- Foi ótima, papai! Hoje o professor Lucas estava falando sobre a importância da visão, ele nos disse que neste mês aprenderemos sobre a célula e que na próxima aula estudaremos o microscópio.

- Que bom, minha filha! – disse papai sempre alegre quando fala comigo sobre meu dia na escola.

- Só fiquei receosa com algumas coisas... – disse em um ar um pouco decepcionada – Por que precisamos de tanto tempo para aprender sobre a célula? Será que é algo tão complicado assim de aprender?

- Olha, Clara – respondeu papai em um tom compreensivo – Provavelmente é algo muito importante e por isso seu professor precisa de mais tempo para estudar este tema.

- Mas papai, – acabei falando de boca cheia e não esperei nem engolir a comida – Afinal, **o que é uma célula?**

- Clara, minha querida filha – falou papai com um ar confuso – Eu não me lembro muito bem, mas acredito que está relacionado aos seres vivos.

- Hmmmm, ainda não entendi muito bem... Você sabe, mamãe?

- Infelizmente não sei, Clara – disse mamãe, pacientemente, e completou – Provavelmente, o professor Lucas irá falar na próxima aula, por que não espera até a próxima semana?

- Mas falta muito tempo! – respondi, um pouco aborrecida.

- Seja paciente, minha filha! – Disse papai sorrindo como se fosse uma bronca divertida. Sei que ele adora quando fico muito curiosa.

- O que você acha que é uma célula, Clara? – perguntou papai.

- Eu não sei ao certo, mas tenho minhas suspeitas – Respondi.

Falei para o meu pai o que estava achando:

- Bom... – fiz uma pausa e continuei – o professor disse que iremos estudar a Célula este mês e que iremos estudar o microscópio na próxima aula, então

acredito que há alguma relação entre estes assuntos. Talvez a Célula seja alguma peça do microscópio ou então que usaremos o microscópio para ver a célula. Uma coisa eu aposto: deve ser **importante aprender sobre o microscópio para poder entender a célula!**

- Eu acho que você está no caminho certo, Clara – disse mamãe alegre enquanto recolhia as coisas da mesa.

Terminei minha comida e fui para o meu quarto. Troquei de roupa e comecei a fazer minhas tarefas de Matemática e Geografia. Enquanto fazia não conseguia parar de pensar na aula de Ciências... É a minha matéria favorita!

Preciso saber mais sobre o microscópio! Só sei que ele é usado para ver coisas bem pequenas. Papai uma vez me disse que **existem seres pequeninos que não conseguimos enxergar**, mas causam doenças e por isso precisamos lavar bem as mãos com água e sabão antes de todas as refeições. Lembro quando perguntei a ele, como as pessoas sabem que existem esses seres, e ele me disse que podem ser vistos com ajuda do microscópio. Mas como será que são esses seres? Eu nunca vi nada em um microscópio. Preciso saber exatamente o que se vê ao microscópio. Talvez a Aninha possa me ajudar.

A Aninha é uma vizinha minha há anos. Ela é como se fosse a minha irmã mais velha. Aninha também adora Ciências, só que a matéria preferida dela é História. De vez em quando, ela me ajuda nos deveres de casa.

- Aniiiiinha! – Gritei tão alto em frente à sua casa que quase fiquei sem voz.

- O que foi, Clara?? – disse Aninha, segundos depois, abrindo a porta e parecendo atormentada – Já disse várias vezes que não precisa gritar, que não sou surda.

- O que você está fazendo, Aninha? – disse sorridente.

- Terminei de arrumar meu quarto e estava brincando com o meu cãozinho, por quê? – respondeu Aninha.

- Tem uma coisa que eu queria te perguntar – falei bem curiosa e continuei – Você sabe **o que é um microscópio?**

- É claro que sei! – disse Aninha com ar de sabida e prosseguiu – Até fizemos na escola uma pesquisa há algumas semanas a respeito do microscópio.

- Então diga, Aninha! Não pare de falar! Continue e me conte tudo o que sabe sobre o microscópio.

Aninha respondeu de maneira simpática:

- Não sabem ao certo quem inventou o microscópio, mas ele ficou bem famoso pelo cientista Robert Hooke que o usou para observar as células.

- Ahááá!! – gritei surpresa e cheia de alegria – Então você sabe o que são células!

- É claro que sei! – disse Aninha com ar de sabida.

- Como eu suspeitei – respondi me vangloriando e continuei – Então utilizam microscópios para observarem as células.

- Exatamente! – falou Aninha.

- Então as células são mesmo pequenas – Completei.

- Sem dúvida! – respondeu Aninha e continuou - **O olho humano é capaz de distinguir dois pontos distantes 0,2 mm um do outro**, se a distância for menor, eles são vistos como um único ponto apenas. Tente imaginar, então, o tamanho de uma célula!

- Nossa! As células devem ser muuuuuito pequenas, não consigo mesmo imaginar! Então diga-me logo, Aninha – disse eu aflita – afinal, o que são células? E onde exatamente elas estão?

- Você não sabe? – disse Aninha surpresa.

- Não! – completei – Meu professor disse que iremos estudar este mês e que na próxima aula estudaremos o microscópio.

- Ahh, então pode ficar tranquila! – falou Aninha tentando fazer com que eu ficasse mais calma – Na próxima aula, provavelmente, você verá a célula.

- Espero que esteja certa, Aninha – falei, continuando – Mas diga-me... o que é uma célula e como ela é?

- Eu não vou dizer! – disse Aninha de um jeito sapeca – Você vai ter de esperar até a próxima aula de Ciências.

- Aaaaahhh Aninha, eu...te...pego! – falei um pouco brava.

Aninha começou a rir e fechou a porta se despedindo, dizendo que iria ajudar a mãe dela em alguma coisa. Eu não posso culpá-la, quantas vezes já fiz a mesma brincadeira com ela?! Sabia de algo que ela me perguntava para poder impressionar a turma e eu não falava, pois sabia o que ela pretendia. Considero a Aninha minha melhor amiga, porque, assim como eu, ela também adora os animais. Bom, o jeito vai ser mesmo esperar...

Os dias se passaram e estou agora na escola, aguardando a tão esperada aula de Ciências, dia em que o professor Lucas vai falar sobre o microscópio. O professor entra na sala.

- Bom dia, meus jovens! Espero que todos estejam bem. – disse o professor Lucas, bem carismático – Após a chamada, nós iremos estudar sobre o microscópio.

“Finalmente”, pensei. O dia tão esperado chegou! Não aguentei esperar o professor falar e logo após a chamada perguntei:

- Professor – disse, educadamente – Hoje nós iremos só aprender o que é o microscópio ou iremos utilizá-lo vendo as coisas minúsculas?

- Nós iremos utilizar o microscópio, Clara! – respondeu o professor sorrindo ao ver o meu interesse e continuou – Hoje faremos algumas observações ao microscópio.

Fiquei tão feliz com a resposta do professor que logo fiz outra pergunta:

- Professor – continuei, educadamente – e nós veremos as células?

- Que pergunta boa, Clara! – disse o Professor Lucas – e você sabe o que são células?

- Não – respondi abaixando a cabeça.

- Alguém aqui sabe o que são células? – perguntou o professor à turma.

A turma ficou em silêncio por alguns segundos e Pedro gentilmente respondeu:

- Acho melhor o senhor nos ensinar e mostrar logo o que são células, professor.

- Pois bem! Farei isso então. Este aqui é o microscópio óptico de luz, ele possibilita ampliar uma imagem em até 1500 vezes. Eu vou deixar que todos venham ver as células de algumas **algas**, células de uma planta aquática chamada **elodea** e do **sangue**, que é um **tecido animal**.

“Algas, planta aquática e tecido animal?” pensei. Então, quer dizer que existem células em plantas e em animais? Vou perguntar ao professor.

- Professoooooor – falei apressadamente – As células são de plantas e de animais?

- Exatamente, Clara – respondeu o professor sempre carismático – E não somente de plantas e animais, mas também outros seres vivos como algas, por exemplo.

- Todos os seres vivos? – Perguntei agoniada.

- Calma, Clara – respondeu o professor, pacientemente – Não quero dar a resposta ainda, primeiro quero que utilizem o microscópio...

Fiz uma cara de impaciente, quando o professor me falou isso, mas, tudo bem. Só cruzei os braços e baixei um pouco a cabeça.

O professor continuou:

- Clara, você será a primeira. Venha ver, em seguida chamarei os demais.

Assim que você olhar, desenhará no caderno o que observou. – disse o professor bem enigmático.

Levantei-me e fui à sua mesa, onde estava o microscópio. Estava séria mas super alegre. Seria a primeira da turma a observar as células. Ninguém da classe sabia o quanto eu estava ansiosa em aprender sobre as células. Mexi para acertar o foco com o professor me auxiliando. Nesses minutos, o tempo passa bem devagar. Lá vou eu olhar em um microscópio as famosas células.

Mas como será que elas são? Pensei. Não faço a menor ideia da **cor** dessas células. O professor somente trouxe o microscópio à sala todo arrumadinho para observarmos. As “lâminas prontas” como ele diz. Bom, aproximei meus olhos e antes que eu pudesse interpretar o que estava vendo o professor me disse:

- Clara, estas são as inúmeras células!

Ao pensar sobre o que eu estava observando, ainda não tinha ficado claro para mim o que eram as células...o que via era uma **parede toda verde** feita com **inúmeros tijolos ou um amontoado de coisas!**

## CAPÍTULO 2 – COMO SÃO AS CÉLULAS?

Aquela aula foi maravilhosa! Foi a **primeira vez que vi algo em um microscópio** e fiquei muito feliz. Estou chegando em casa e tenho que contar tudo ao papai. Aprendi bastante hoje!

- Chegueeeeeeee! – disse em voz bem alta para mamãe e papai. Ambos estavam na cozinha.

Dei um beijo no rosto da mamãe e do papai, em seguida, enquanto mamãe preparava o almoço papai parecia bem alegre e perguntou:

- Oi Clara, foi tudo bem hoje na escola?

- Foi sim, papai! Hoje eu **vi várias células ao microscópio** – respondi toda sorridente e satisfeita.

- Conte-me tudo, minha filha – disse papai com ar de alegria ao me ver pulando de felicidade.

- Já te conto, papai – falei da cozinha – vou só trocar de roupa e deixar a mochila no meu quarto.

Enquanto troco de roupa e guardo meu material, não consigo parar de pensar naquela aula de Ciências. O professor Lucas é muito legal e quando eu disse que estava vendo “coisas que pareciam tijolos empilhados numa parede”, ele me deu um belo sorriso. Cheguei à cozinha e minha comida já estava na mesa. Mamãe gosta de colocar minha comida no prato, pois ela sabe exatamente quanto eu como. Muitas vezes, eu acabo colocando mais comida no prato e não consigo comer tudo, acabo deixando restos e papai me dá uma bronca, falando que eu estou desperdiçando.

- E então, Clara – disse mamãe, enquanto se sentava – como foi a aula de Ciências? Aprendeu **tudo sobre as células**?

- Tudo? – falei arregalando os olhos surpresa e continuei – **Pode alguém aprender tudo sobre alguma coisa?** Ou melhor, como alguém sabe se aprendeu tudo sobre algo?

Papai deu uma risada, olhando para mamãe e resmungou:

- Ela tem razão, amor!

- Clara, minha querida – disse mamãe com um tom doce – é maneira de dizer, não leve ao pé da letra, o que eu quis perguntar foi se você conseguiu entender o assunto e aprendeu bem sobre as células.

- Ahh sim! – disse e continuei – O professor de Ciências falou uma vez que quanto mais você estuda alguma coisa, mais aprende e mais descobre que tem mais coisas a aprender, ou seja, é impossível aprender tudo!

- Isso é verdade – completou mamãe.

- Mas, então, continuando – disse, com muita vontade de falar – nós vimos várias células ao microscópio. No começo eu fiquei um pouco confusa e perdida, pois parecia que eu estava vendo algo como caixas, encostadas lado a lado como tijolos num muro. Cada “tijolo” era uma célula.

- Que legal, Clara! – falou papai e completou com ar de sabedoria – eu disse que a célula era alguma coisa dos seres vivos.

- Não é só “alguma coisa”, papai – acrescentei com um ar de mais sabedoria ainda – A célula corresponde a menor parte de todo organismo vivo, ela é capaz de realizar diversas **atividades complicadas**.

- Até que eu tinha alguma razão - disse papai. E **de que cor são as células?**

- Ora papai, que pergunta! – Respondi e continuei - A células são da cor... hum, espere aí...

Fiquei bem pensativa, na verdade não sabia responder, uma resposta vinha se formando na minha mente, mas não sabia se ela estava certa. Nesse momento, me lembrei de uma coisa que aconteceu na aula: o professor Lucas disse que iríamos ver células da mucosa tiradas da parte de dentro da boca. Então, ele raspou a parte de dentro da bochecha dele com um pauzinho de picolé, esfregou numa outra lâmina, colocou a lamínula por cima e a colocou diretamente no microscópio pra gente observar. Aí, nós não vimos nada! Vimos só a luz do microscópio e eu fiquei até triste, porque até então tínhamos visto células e tecidos tão maravilhosos! Então ele sorriu e disse: “Bem meninos, fiz isso de propósito para mostrar a vocês que é importante preparar as lâminas e muitas vezes usar corantes para observar as células.” Meu pai continuava me olhando, esperando uma resposta.

- Pai, disse eu, para ver algumas células o professor Lucas teve que usar corantes, para outras não. Por exemplo, para a elodea e as algas, nós não usamos corantes, mas para as da mucosa da boca nós usamos. Então, eu acho que algumas células têm cor e outras não tem cor, já que é preciso usar esses tais corantes.

- Então, se não fossem os corantes, as pessoas não veriam essas células?  
- perguntou meu pai.

- Essas não conseguiriam ver, mas outras, como a elodea, sim - respondi.

- Ahh sim, entendi. Mas voltando ao que você disse há pouco, como assim as células realizam atividades complicadas? – Perguntou papai, curioso e interessado no assunto.

- O professor deu alguns exemplos como a reprodução, produção de proteínas, a respiração e a digestão – respondi me sentindo a professora de Ciências da casa.

- Uma única célula faz tudo isso? – perguntou papai.

- Sim, papai! – respondi falando e balançando a cabeça e ainda completei – Inclusive, **existem seres vivos que são formados por somente uma célula**, como, por exemplo, as bactérias.

- Ah, sim, entendi agora! – Respondeu papai e completou com ar de sabedoria – As bactérias são os seres microscópios que causam as doenças que eu tanto falo quando peço para você lavar as mãos antes de toda refeição, e assim, evitar contato com esses seres.

- É...mais ou menos, papai... – respondi e continuei – de fato temos que lavar as mãos como o senhor disse, mas o professor Lucas também disse que **não são todas as bactérias que causam doenças**. Então, não é certo falar “as bactérias são seres microscópicos que causam doenças”, ALGUMAS bactérias causam doenças, ALGUMAS bactérias não causam doenças, logo ALGUNS seres microscópicos causam doenças e não TODOS!

- Olha que menina esperta! – Disse papai todo orgulhoso.

- Ela será uma cientista quando crescer! – disse mamãe toda feliz.

“E como foram as outras aulas?” Acrescentou mamãe em seguida.

Respondi que na aula de Português escrevemos uma redação e na de Geografia fizemos uns exercícios do livro. Terminei de almoçar e fui para o meu quarto buscar informações sobre o trabalho que o professor passou, li algumas apostilas, o livro de ciências e pesquisei na internet. “*O que existe no interior das células? Pensem, pesquisem e tragam a resposta na próxima aula*” disse o professor Lucas. A próxima aula será amanhã e eu estou um pouco perdida.

Bom, vou escrever aqui um rascunho do que acho.

*“A célula é revestida por uma membrana plasmática e em seu interior há estruturas como o núcleo, onde fica o material genético, e pelo*

*citoplasma pequenos órgãos chamados de organelas que realizam diversas funções. Por exemplo, a mitocôndria é uma organela que funciona na célula para a produção de energia e os lisossomos que realizam a digestão celular.”*

Bom, deve ser isso. Acho que o professor não me dará um zero por essa resposta. No dia seguinte, na aula de Ciências:

- Bom dia, meus queridos alunos – disse o professor sempre carismático - Gostaram de ver as células ao microscópio ontem?

O professor Lucas é o máximo. Adoro as aulas de Ciências, porque ele sempre faz coisas diferentes e nos surpreende. Já construímos um vulcão, lançamos foguetes, fizemos inúmeros passeios, assistimos vídeos e até já brincamos com um jogo de ciências e nos divertimos à beça. Embora ele seja engraçado e bem carismático na maior parte do tempo, nem sempre está de bom humor, às vezes ele dá umas broncas na turma quando os meus colegas não fazem a tarefa de casa ou quando ficam conversando na hora errada. Tenho orgulho de dizer que nunca levei uma bronca dele!

- Siiiiim! – responderam todos.

- Levante a mão quem nunca tinha observado as células em um microscópio – Perguntou o professor em seguida.

A maioria levantou a mão, incluindo eu. Observei o sorriso no rosto de todos os alunos.

- Certo! – disse o professor – Que bom que gostaram. Hoje nós vamos falar sobre a pesquisa que passei para vocês fazerem na última aula. Digam-me, como são as células? O que há em seu interior? Eu gostaria que vocês lessem em voz alta o que escreveram no caderno.

*“Levante a mão quem quiser ler”* disse o professor Lucas. Quatro alunos levantaram a mão, pouquíssimos para uma turma tão grande! Mas é quase sempre assim, acho que a maioria tem vergonha de falar e errar na frente de todo mundo. Eu também me sinto assim algumas vezes. Eu queria levantar, mas preferi esperar.

- Diga, Beatriz – falou o professor.

- Professor, vou ler o que eu acho – disse Beatriz um pouco tímida – **A célula é a menor parte de um ser vivo, em seu interior estão presentes várias estruturas encarregadas de diversas funções?!**

- Você está perguntando ou afirmando, Beatriz? – perguntou o professor sorrindo.

- Hmm...afirmando? – Disse Beatriz, não tão confiante.

A Beatriz é uma aluna que sempre tira boas notas, mas ela é muito caladinha.

Ano passado ela era mais tímida e até o professor falou que gostaria que ela participasse mais das aulas.

Os alunos começaram a rir da Beatriz por ela estar um pouco envergonhada e nervosa e o professor em seguida disse:

- Gente, silêncio! – falou sério para a turma, em seguida, concentrou os olhos na Beatriz sorrindo e disse:

- Muito bem! Você está certa! – respondeu e continuou – Você escreveu sobre alguma estrutura da célula, Beatriz?

Antes da Beatriz responder eu interrompi:

- Professor – levantei a mão e continuei – Posso responder?

- Calma, Clara! – respondeu o professor – Espere só um pouquinho, deixe a Beatriz responder antes.

Beatriz, ainda tímida, mesmo demonstrando que não queria continuar falou:

- Escrevi sobre o núcleo, professor – disse em uma voz baixinha.

- Ótimo, Beatriz! – disse o professor – O núcleo é uma estrutura muito importante na célula, diga-nos o que escreveu:

Beatriz leu o que estava escrito em seu caderno “o núcleo é a região da célula onde fica o material genético, o DNA” em seguida o professor disse:

- Muito bem, Beatriz! – sorriu e continuou para toda turma – o núcleo é a região da célula onde se localiza todo o **material genético** do indivíduo, o que chamamos de **DNA nuclear**. Inclusive, meus queridos alunos, compreender a informação hereditária é um campo de estudo considerado recente e que cresce até hoje, não tem nem 200 anos, e os cientistas continuam estudando e aprendendo. Muitas maravilhas! Muitas novidades! O professor fala de um jeito que demonstra amar estudar essas coisas e acaba nos influenciando com isso. Será que é por causa dele que eu gosto tanto de Ciências? Talvez, não só por ele, mas, com certeza, ele faz com que a matéria fique bem divertida de aprender.

O professor deixou que eu lesse em voz alta a atividade e mais outros dois alunos. Depois fizemos alguns exercícios do livro e, terminando a aula, me veio um pensamento e logo perguntei:

- Professor – perguntei com um ar de dúvida – o senhor disse que é importante estudar a célula para compreender a **informação hereditária**.

- Sim - respondeu o professor - a palavra “hereditária” vem de herança, que herda dos pais.

Parei um pouco e continuei:

- Como que essa informação é transmitida aos filhos?

- Essa informação está presente nos **gametas** - respondeu o professor Lucas gentilmente.

- Não entendi nada! – falei angustiada.

- Tenha calma, Clara! – respondeu o professor – Nós estudaremos este assunto na próxima aula.

## CAPÍTULO 3 – INFORMAÇÃO HEREDITÁRIA

- Professooooooooooor! - exclamei um pouco sem paciência e sem conseguir esperar – **O que é a informação hereditária?**

- Eita, quanta curiosidade, Clara! – disse o professor sorrindo e surpreso.

- Toda vez o senhor faz isso! – disse um pouco brigando com ele.

- Isso o quê? – perguntou o professor sem saber do que eu estava falando.

- Fica sem falar a resposta de algo só para deixar a gente morta de curiosidade – respondi um pouco indignada e até ficando triste.

- Mas isso é ótimo, Clara! – respondeu o professor e continuou – Eu fico feliz em saber disso! Bom que vocês ficam curiosos e ansiosos para em estarem presentes na próxima aula. Este é o sabor em estudar Ciências: deixar sempre um gostinho de quero mais!

Em seguida o professor começou a rir e pelo jeito de olhar, dele parecia estar feliz comigo. O professor olhou para mim e acho que percebeu meu ar de impaciente e disse:

- Olha, Clara! Preste atenção – respondeu educadamente – Não quero que fique impaciente. Eu faço isso de propósito para despertar em vocês o senso de investigação. Procuo deixá-los inquietos com os mais diversos temas de Ciências para que procurem vocês mesmos as respostas. Às vezes eu passo um trabalho para pesquisarem em casa, outras vezes eu só digo o tema que estudaremos para ver se algum aluno chega a procurar algo a respeito e você é uma delas. Você é uma ótima aluna, Clara, continue assim!

Após ouvir isso que o professor disse fiquei calma e muito feliz! Ganhei o meu dia. Adoro ser uma boa aluna e é bom ser reconhecida por isso. O professor Lucas viu que eu fiquei alegre e mais tranquila com o que ele disse e falou para mim e para todos:

- Você me deu uma ideia! – disse enquanto coçava o queixo - Eu vou passar um trabalho para vocês pesquisarem para a próxima semana!

### *INFORMAÇÃO HEREDITÁRIA*

Escreveu bem grande no quadro:

#### *COMO A INFORMAÇÃO HEREDITÁRIA É TRANSMITIDA?*

“Agora a tarefa será diferente,” disse ele, “quero que vocês escrevam o que acham, não precisam pesquisar. Tragam na próxima aula”.

Uau!! Pensei. Isso é o máximo! Deve ser muito interessante estudar isso. Com certeza meus pais devem saber de algo e também a Aninha. Chegando em casa eu pergunto a eles.

No caminho de volta parei em frente à casa da Aninha e chamei. Alguns segundos depois ela aparece.

- Olá, Aninha. Estou te atrapalhando? – perguntei alegremente.

- Oi Clara. Não está não. Cheguei agora pouco da escola e ainda estão preparando o almoço – respondeu Aninha.

- Eu queria te perguntar uma coisa – respondi.

- Alguma coisa de Ciências, pra variar? – disse Aninha sorrindo pra mim.

- Ahh, para! – falei envergonhada e continuei me justificando – Nem é sempre sobre Ciências que falo com você, várias vezes a gente conversa sobre outras matérias.

- É quase sempre sim! – retrucou Aninha me contradizendo – Mas sim, diga, em que posso ajudá-la? – respondeu Aninha brincando como se fosse minha serva.

- **Como a informação hereditária é transmitida?** – perguntei exatamente do jeito que o professor Lucas havia passado no quadro.

- Ué, você não sabe?? – respondeu Aninha com um olhar surpreso.

- Não sei – respondi diretamente.

- Pense, Clara! O que vocês estão estudando esses últimos dias? – perguntou Aninha.

- Células!!! – respondi.

- Então, onde você acha que está a informação hereditária? – perguntou Aninha me instruindo a responder.

- Nas células? – perguntei.

- Exatamente! – disse Aninha.

- Mas em qual célula, Aninha? – perguntei ainda duvidosa e continuei – Nós temos tantas! O professor Lucas disse que nosso corpo é formado por trilhões de células, que há células em todo lugar, no sangue, na pele, nos ossos, e até na saliva. Em qual célula exatamente está a informação genética?

- Hmm... – respondeu Aninha, ficando calada em seguida.

Aninha parou um pouco, apoiou a mão direita no queixo, olhou para mim e disse:

- Agora você me pegou. Não sei.

- Não tem nem ideia? – perguntei insistindo em saber a resposta.

- Bom, talvez seja no sangue, não sei ao certo – respondeu Aninha após perceber que eu queria ouvir algo.

- Por que no sangue? – perguntei de novo já parecendo um interrogatório.

- Porque ouvi várias vezes minha tia, meu tio e minha avó dizendo “ **você tem mesmo o sangue do seu pai, Aninha**” ou “**isso aí que você fez é bem sangue da sua mãe mesmo**”, além também de que o sangue é muito importante para a gente, **se perdermos muito sangue a gente morre**.

- Entendi – respondi e alegremente continuei – Isso que você disse faz sentido, até minha mãe já me falou isso se referindo ao meu pai. Certo, obrigado Aninha. Eu também acho que a informação hereditária se encontra nas células do sangue, agora só falta saber como ela é transmitida. Vou perguntar ao papai.

Chegando em casa aquele ritual de sempre. Entro no meu quarto, troco de roupa, guardo minhas coisas e volto para a cozinha para almoçar. Nós três almoçamos juntos todos os dias, e quase sempre mamãe põe meu almoço.

- Papai, como a informação hereditária é transmitida? – perguntei logo quando entrei na cozinha, antes mesmo do papai ou da mamãe perguntarem como foi o meu dia.

- Eita! – respondeu papai surpreso – deu nem um beijo no rosto do papai antes. Está mesma curiosa hein?

Beijei o rosto do papai e da mamãe, sentei na cadeira onde estava minha comida e enquanto dava uma colherada na comida falei:

- A Aninha me disse que acha que a informação hereditária está nas células do sangue e eu concordo. Mas eu queria saber como ela é transmitida.

- No sangue? – perguntou papai surpreso.

- Sim! – respondi.

- Por que acha isso? – perguntou mamãe.

- Porque eu ouço vocês dizendo muitas vezes: “você tem o sangue do seu pai” ou “você tem o sangue do seu avô” – respondi sabiamente.

- Mas isso é só uma maneira de dizer, Clara – respondeu papai.

- Então, em qual célula está a informação hereditária? – perguntei angustiada enquanto mordida um pedaço enorme de frango.

- Querida, Clara – respondeu mamãe carinhosamente a mim – eu vou lhe contar uma história, a história de como você nasceu.

Fiquei surpresa, mas curiosa pensando “o que isso tem a ver com o que eu perguntei?” e antes mesmo que eu pudesse falar alguma coisa mamãe disse:

- Antes de você nascer, o papai e a mamãe se casaram e dois anos depois o papai colocou uma **sementinha** dentro do meu corpo e essa sementinha juntou-se com a sementinha que a mamãe tinha e então foi formado um **ovinho** bem pequenininho. Esse ovinho foi crescendo e a mamãe engravidou. Nove meses depois você nasceu! Então eu quero que você pense!

Calei-me por alguns instantes. Ai, ai, já tinha ouvido essa história mil vezes quando era mais novinha! Eu também já sabia várias coisas sobre a relação sexual. O que mamãe falou faz sentido mas eu ainda não estou convencida. Vou agora para o meu quarto escrever.

- Obrigado pela ajuda, mamãe. Acho que sei a resposta! – terminei de comer rapidamente e corri para o meu quarto.

- De nada, minha filha – respondeu mamãe.

- Não corra pela casa, Clara – disse papai preocupado em tom de ordem.

Após escovar os dentes e arrumar o meu material para a aula de amanhã vou pegar meu caderno de Ciências e escrever logo a resposta antes que eu esqueça:

*“Uma possibilidade é que a informação hereditária esteja na tal “sementinha” que é produzida tanto pelo homem quanto pela mulher. Após uma relação sexual essas duas sementinhas se juntam e formam um ovo que mais tarde será um novo bebê. Então, o material genético seria transmitido pela relação sexual e a outra possibilidade é que a informação hereditária esteja no sangue. Eu acho que está no sangue. ”*

Bem, é isso. Mal posso esperar para mostrar para o professor.

Na aula seguinte, o professor Lucas nos perguntou se havíamos feito a tarefa que ele tinha pedido. Após passar de carteira em carteira vendo e anotando quem fez a atividade perguntou:

- Alguém gostaria de ler?

Levantei a mão em seguida.

- Eu, professor – respondi educadamente.

- Certo, Clara – disse o professor – Como mostrou curiosidade sobre o assunto, quero que leia para todos a sua resposta.

Li em voz alta a minha resposta para todos ouvirem. Em seguida disse:

- Eu acho que é isso, professor!

Vários dos meus colegas riram quando eu falei a palavra “sementinha”. O professor Lucas ficou bravo e chamou atenção deles. Sem dizer se eu estava certa ou errada perguntou para a turma:

- Alguém quer comentar a resposta da Clara?

A turma ficou em silêncio e o professor insistiu:

- Ninguém? Pois é, vocês não querem participar, mas rir de quem está se esforçando vocês sabem muito bem!

- Professor, eu quero comentar – respondeu Pedro.

- Diga-me o que acha, Pedro – falou o professor.

- Uma vez, um cachorro cruzou com a minha cachorrinha e dois meses depois nasceram filhotes que com ela e o cachorro, portanto essa informação hereditária **é transferida para os filhotinhos pela relação sexual.**

- Muito bom, Pedro! Gostei da sua resposta mas a Clara acha mesmo que está no sangue.

Em seguida ele olhou para mim e disse:

- Clara, nós vamos pegar a primeira ideia que você escreveu e vamos discutir com a turma.

O professor escreveu no quadro “sementinha masculina” e em uma linha abaixo escreveu “sementinha feminina” e falou com bastante calma:

- Essa “sementinha masculina” que a Clara disse chama-se **espermatozoide** e ela é uma célula que tem a função da reprodução. E essa “sementinha feminina” é chamada de **óvulo**, que também é uma célula que tem a função da reprodução. Elas são chamadas de gametas, estão entendendo?

- Siiim – responderam todos.

- Para formar um novo indivíduo, ou seja, um ser vivo – continuou o professor – É necessário que essas duas células se unam na fecundação e essa união pode ocorrer, no caso dos humanos e em alguns animais, durante uma relação sexual. Entenderam?

- Siiim! – Responderam todos novamente.

- Mas eu queria que vocês lessem o que escreveram no caderno antes de eu dizer que a informação hereditária está nos gametas, quero saber o que e como vocês pensam.

Levantei a mão junto com mais dois alunos, Pedro e Beatriz.

- Certo – disse o professor e continuou – fale Clara.

- No sangue! – respondi.

- No espermatozoide e no ovulo! – respondeu Pedro.
- Em todas as células do corpo humano! – respondeu Beatriz.
- Estou gostando de ver a participação – respondeu o professor Lucas – mas vocês precisam justificar as respostas de vocês. Primeiro você, Clara!
- Professor – respondi – O sangue é muito importante para a sobrevivência, então, para mim a informação hereditária está no sangue. E também eu escuto muitas pessoas dizerem ” “tem mesmo o sangue de fulano” se referindo a características herdadas.
- Obrigado, Clara – respondeu o professor agradecendo minha participação.
- E você, Pedro? – perguntou o professor.
- O senhor acabou de dizer que essa tal célula reprodutora masculina e feminina se juntam e formam um novo ser vivo então a informação hereditária só pode estar nela o– respondeu Pedro sabiamente.
- Nela aonde? – perguntou o professor para o Pedro.
- Tanto o espermatozoide quanto o óvulo possuem informação hereditária que se completam na fecundação, professor. – respondeu Pedro.
- Hmmmmm, entendi – respondeu o professor e continuou – Pedro, a Beatriz disse que a informação hereditária está em todas as partes do corpo, você concorda com ela?
- Eu acho que não, professor – respondeu Pedro e continuou – senão bastava qualquer célula para haver reprodução, mas como o senhor disse, é necessário que haja essas células com função de reprodução.
- Interessante a sua resposta, Pedro
- E você, Beatriz – continuou o professor – Por que acha que a informação hereditária está em todas as células do corpo?
- É simples! – respondeu Beatriz confiante – A gente assiste na televisão as notícias de que os cientistas encontraram o DNA de uma pessoa no sangue, em um pedaço da pele, na saliva da pessoa, essas coisas. O DNA é o material genético não é?
- O DNA é o material genético e esse está no núcleo de todas as células, mas a informação hereditária, que deve ser transmitida aos descendentes encontra-se em células especializadas na reprodução, chamadas de *CÉLULAS GERMINATIVAS*.

- O senhor pode explicar tudo de novo? Confesso que fiquei um pouco perdida.

- Claro que posso! – respondeu o professor – Inclusive eu ia fazer isso agora...

A aula encerrou-se com o professor Lucas explicando com mais calma e escrevendo no quadro. Ficou bem mais claro depois que ele disse “*Nós temos basicamente três tipos de células, as CÉLULAS SOMÁTICAS, as **CÉLULAS GERMINATIVAS** e os **GAMETAS**. As CÉLULAS SOMÁTICAS são todas as células do nosso corpo com o material genético que herdamos dos nossos pais, os **46 cromossomos**. As CÉLULAS GERMINATIVAS originam gametas por um tipo de divisão celular chamada **meiose**. Os gametas são as células produzidas nos órgãos reprodutores, a partir da meiose em células germinativas, o espermatozoide é o gameta masculino e o óvulo é o gameta feminino. Os gametas possuem apenas metade de todo o material genético, ou seja, 23 cromossomos e, carregam com eles, a informação genética. Quando os dois gametas se unem na fecundação, forma-se uma célula-ovo, como a Clara havia falado no início da aula. Esta é chamada de zigoto, a primeira com 46 cromossomos, dois conjuntos de materiais genéticos, provenientes do pai e da mãe. E esta célula se multiplicará desenvolvendo em um novo ser vivo!*”.

Que aula ótima! Aprendi bastante. Mal posso esperar para chegar em casa e contar tudo para os meus pais! Mas preciso muito perguntar ao professor Lucas: “se recebemos metade do material genético de cada um de nossos pais, porque eu sou mais parecida com minha mãe do que com o meu pai?”

**APÊNDICE B – Manual do Professor**

“Manual do Professor”

# Manual do Professor

## CAPÍTULO 1 – O QUE VEMOS AO MICROSCÓPIO?



### Introdução

O capítulo trata da história de Clara, narradora e personagem principal, uma aluna estudiosa que adora Ciências. O mesmo se inicia em uma aula na qual o professor de Ciências diz aos alunos que eles irão estudar a célula e na aula seguinte o microscópio.

A aluna Clara busca respostas conversando com seus pais e sua melhor amiga, a Aninha pois não suporta esperar pela próxima aula. Ao longo do capítulo vemos Clara mostrando-se uma menina curiosa que em sua busca faz diversos tipos de raciocínios. Ela questiona a família e a uma melhor amiga em busca de respostas. No dia da aula Clara somente fica sabendo que se poder utilizar o microscópio para enxergar as células, mas como ela nunca viu uma fica extremamente curiosa. O capítulo se encerra com a aluna observando diferentes células no microscópio na aula de ciências. Nesse momento, Clara se mostra confusa, especulando que estava a enxergar “um amontoado de coisas” grudadas como se fossem tijolos numa parede. As expressões “pequenas caixas” ou “amontoado de coisas” fazem referência ao termo usado por Robert Hooke (1635-1703) quando observou pela primeira vez com seu microscópio células de cortiça (casca da planta sobreiro) e disse que se pareciam com “pequenas caixas ou celas”, ideia de onde surgira o termo célula.

A frustração de Clara em não compreender muito bem o que vê ao microscópio é algo comum, ela não sabe exatamente para quais partes do campo de visão deve olhar e o que é necessário prestar atenção. Essa é uma experiência recorrente nas aulas de Ciências quando os alunos usam o microscópio pela primeira vez e desenharam aquilo que vêem. Ao fazerem as atividades em que devem desenhar o que observar, eles reproduzem, por exemplo bolhas de ar -que tem relação com a preparação da lâmina e não com o espécime sendo observado - ou deixam de desenhar estruturas celulares importantes. É que observar ao microscópio é uma habilidade que necessita ser aprendida e praticada o que toma tempo. Além disso, é preciso conhecer o que se está observando e é por isso que sua ajuda, professor, é de suma importância para guiar os primeiros passos dos estudantes na microscopia.

Com essa intenção, preparamos uma atividade fundamental para a correta compreensão do mundo celular e da maravilhosa diversidade dos tecidos: o pensar em escala. A personagem Clara, através dos termos microscópio e célula na mesma sentença, constrói a hipótese de que as células são bem pequenas. Mas quão pequenas são as células? A medida de comprimento das células é o micrômetro ( $\mu\text{m}$ ). Um micrômetro equivale a milésima parte de um milímetro (1/1000). Bem, é impossível visualizar o micrômetro. A dificuldade de visualização é inerente ao estudo da Biologia da Célula. Nossa atividade busca comparar alguns tipos celulares com objetos comuns do dia-a-dia para facilitar a compreensão dos alunos. A mesma também é interdisciplinar, pois emprega o uso da matemática com a aplicação da regra de três.



### **Objetivos**

Espera-se que ao final da leitura do capítulo 1 e das atividades sugeridas neste manual, o aluno seja capaz de:

- ✓ Compreender que existem diversos tamanhos de tipos celulares
- ✓ Exercitar o raciocínio por meio de uma atividade de escala
- ✓ Experimentar com lentes e compreender as propriedades de magnificação das lentes simples e familiarizar-se sobre os componentes do microscópio.
- ✓ Familiarizar-se com a unidade de medida das células: micrômetro



### **Sugestão de Atividades**

#### **1. Introdução à Lentes e ao Microscópio**

Prezado professor, o material produzido pela equipe do Com Ciência na Escola da Fundação Oswaldo Cruz<sup>2</sup> (Com Ciência na Escola© LBC/IOC/Fiocruz) intitulado *Microscópio I: descobrindo o mundo invisível* propicia uma introdução investigativa ao

---

<sup>2</sup> MENDES, C.L., COUTINHO, C.M.L.M, PAIVA, M. M, JORGE, T. C. A, CARDONA, T. S.

estudo das lentes e ao microscópio. Propomos a realização da primeira atividade que está disponível no link: [http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_01.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_01.pdf). Nessa, o aluno tem acesso às lentes e experimenta com a magnificação através de água, vaselina, óleo, álcool e vidros diversos, além de descobrir a capacidade de aumento de um microscópio. O interessante dessa atividade é relacionar o formato da gota por meio dos diferentes líquidos com o aumento das imagens. E também a influência do tamanho da gota na visualização da imagem.

No caderno que dá sequência, *Experimentando com o microscópio*<sup>3</sup> (Com Ciência na Escola© LBC/IOC/Fiocruz) disponível no link: [http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_02.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_02.pdf) é possível trabalhar com várias atividades de observação ao microscópio de luz com a planta elódea tais como plasmólise e deplasmólise (atividade 3) em concentrações de sal de cozinha.

Professor, aqui chamamos atenção para que você trabalhe com os alunos o conceito de que as células estão sempre no contexto do tecido do qual fazem parte, que são tridimensionais e possuem diversos formatos (pavimentosas, esféricas, cúbicas, etc.). O material produzido pelo Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo<sup>4</sup> com um microscópio virtual no link <http://www.icb.usp.br/mol/> é um bom lugar para relembrar os conhecimentos de histologia e até mesmo para utilizar com seus alunos em sala de aula.

## 2. Animação: Tamanho da Célula e Escala

Uma equipe da universidade de Utah nos Estados Unidos, produziu uma animação<sup>5</sup> interativa que compara o tamanho das células com outros objetos, moléculas e átomos. Considerando que os alunos apresentam dificuldades em compreender escala em tamanhos bem menores, o acesso a esta animação pode ajudá-lo a compreender melhor. Link: <http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>

---

<sup>3</sup> MENDES, C. L. S, COUTINHO, C. M. L. L, JORGE, T. C. A.

<sup>4</sup> ABRAHAMSOHN, P. A. Mol Microscopia Online. Disponível em: <http://www.icb.usp.br/mol/>. Acesso em: 15 jun. 2014.

<sup>5</sup> UNIVERSITY OF UTAH GENETICS SCIENCE LEARNING CENTER. Cell size and scale. Disponível em: <http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>. Acesso em: 15 jun. 2014.

Basta clicar na barra horizontal próximo à unidade metro e avançando-a à direita levemente até a unidade picômetro, unidade equivalente a trilionésima parte de um metro utilizada para medir tamanhos de moléculas.

Também recomendamos o material Com Ciência na Escola da Fundação Oswaldo Cruz intitulado *Esquematizando e modelando células com imagens microscópicas reais*<sup>6</sup> disponível em [http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_03.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_03.pdf). Nesse, o aluno tem acesso a imagens reais de células obtidas em microscópios ópticos ou eletrônicos, levando o aluno a elaborar sua própria modelagem de células e suas estruturas, libertando o mesmo de esquemas de células encontrados em livros didáticos.

### 3. Tamanho das Células: relações matemáticas

Professor, que tal trabalhar uma relação de escala com os alunos através de objetos conhecidos? Peça aos alunos para trazerem objetos esféricos de diferentes diâmetros e coloque-os sobre a mesa. Exemplos: laranja, bola de gude, bolas de isopor, limão, bola de futebol, bola de basquete, bola de tênis, etc.

Apresente o tamanho de algumas células aos alunos tais como: óvulo humano (130  $\mu\text{m}$ ), hemácia (8  $\mu\text{m}$ ), célula epitelial da pele (30  $\mu\text{m}$ ), bactéria *E.coli* (2  $\mu\text{m}$ ).

Solicite aos alunos para fazerem um comparativo do tamanho das células com os objetos da mesa e apresentarem os cálculos realizados. Esta atividade pode ser realizada em parceria com o professor de Matemática. Veja a atividade na página seguinte. As respostas encontram-se abaixo.

Respostas:

- 1) Espera-se que o aluno responda que a hemácia (8  $\mu\text{m}$ ) seria do tamanho de uma bola de gude (2 cm).
- 2) Espera-se que o aluno responda que o óvulo humano (130  $\mu\text{m}$ ) seria do tamanho de uma bola de basquete (30 cm).
- 3) Espera-se que o aluno responda 7,5 cm. Tamanho aproximado de uma laranja.

---

<sup>6</sup> JORGE, T. C. A. MENDES, C. L. S. COUTINHO, C. M. L. M. AGUIAR, L. E. V. MEIRELLES, R. M. S. PONS, A. H.

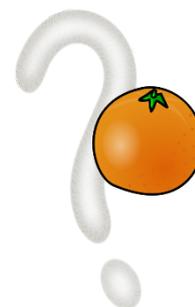
**ATIVIDADE – Trabalhando com Escalas**

Utilize regra de três e complete:

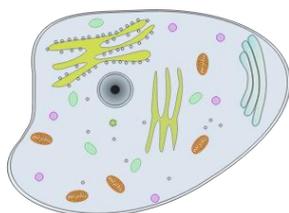
1) Se a bola de basquete (30 cm) fosse do tamanho do óvulo humano, a hemácia seria do tamanho de \_\_\_\_\_



2) Se a célula epitelial fosse do tamanho de uma laranja (8 cm), o objeto que teria o tamanho do óvulo é \_\_\_\_\_



3) Imagine que uma bola de gude ou de isopor (2 cm) seja uma hemácia, qual tamanho teria uma célula epitelial? \_\_\_\_\_



***Faça as contas!***



### **Para conhecer mais!**

Professor, essa sugestão de leitura é para você mesmo.

**As Origens da Base Citológica da Hereditariedade.** Texto adaptado de MOORE, J. A. Science as a Way of Knowing -Genetics. Amer. Zool. v. 26: p. 583-747, 1986. Disponível em <[dreyfus.ib.usp.br/bio203/texto2.pdf](http://dreyfus.ib.usp.br/bio203/texto2.pdf)>. Acesso em 20/03/2014.

# Manual do Professor

## CAPÍTULO 2 – COMO SÃO AS CÉLULAS?



### Introdução

Caro Professor,

O segundo capítulo de *Clara e as Ciências da Natureza* dá sequência ao primeiro com Clara chegando em casa e relatando aos pais como fora a aula. Quando a mãe pergunta se aprendeu “tudo” sobre as células, Clara faz uma referência ao que o Professor Lucas uma vez disse, que não se pode aprender tudo acerca de algo.

Apesar de saber que jamais terá conhecimento total sobre algum assunto, Clara é uma menina que valoriza o saber. Ela aprecia sua própria curiosidade e não aceita respostas prontas e fáceis. Nossa intenção ao optar por uma personagem com um comportamento investigativo, por mais idealizado que pareça por vezes, é inspirar o aluno real a fazer perguntas sobre a Natureza e que ele ou ela dê valor tanto às respostas científicas quanto sua própria busca por elas.

Neste manual que acompanha o segundo capítulo de *Clara e as Ciências da Natureza*, abordaremos algumas questões do uso de corantes nas preparações histológicas e analogias entre estruturas celulares e elementos de uma cidade comparados com relação à sua função.

O pai de Clara pergunta a ela de que cor são as células. Isso a leva a relembrar a aula anterior e constatar que algumas células têm cor e outras não, e que corantes são necessários para visualizar estruturas dessas últimas.

Quando Clara em conversa com o pai afirma que vira várias células ao microscópio dando a impressão de que eram “coisas que pareciam tijolos empilhados numa parede” ela faz uma comparação. Esse raciocínio pode ter sido baseado na observação de uma lâmina da planta elódea com um pequeno aumento (100x) tal como a abaixo:

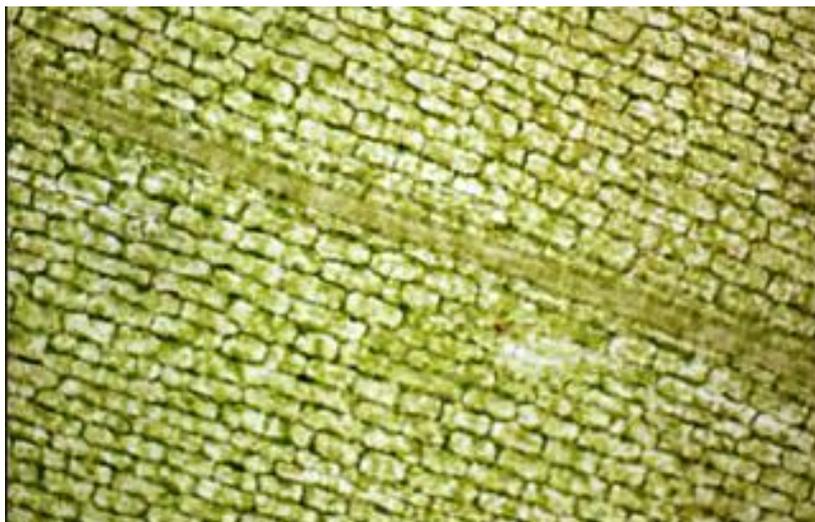


Figura 1 <sup>7</sup>: visualização de uma lâmina da planta elódea ao microscópio de luz, aumento de 100x

Entretanto, a comparação traz implícita a seguinte analogia “a célula está para o tecido, assim como o tijolo está para a parede”.

Uma analogia estabelece uma relação entre relações. As analogias têm sempre abrangências e limitações e uma analogia é boa quando as relações comparadas são muito parecidas. Por exemplo, na analogia acima a abrangência da relação “célula - tijolo, parede - tecido” diz respeito à relação parte-todo. Na visualização que Clara faz da elódea, a célula é parte do tecido assim como o tijolo é parte da parede. Nesse aspecto, há uma abrangência. As limitações da analogia dizem respeito aos aspectos da realidade que a analogia não contempla. Por exemplo, tijolos são feitos de um único material básico, são estáticos, enquanto as células eucarióticas possuem membranas (a plasmática e o sistema de endomembranas) e várias organelas que são dinâmicas. Há trocas entre as células, isso não acontece com os tijolos. Além disso, em cortes histológicos de outros tecidos, como por exemplo o ósseo, as células não se encontram dispostas lado a lado dando a impressão de serem tijolos numa parede. Outra analogia presente e comum no estudo da célula é a comparação das funções de certas estruturas celulares com as funções de elementos de uma cidade.

---

<sup>7</sup> MENDES, C. L. S, COUTINHO, C. M. L. L, JORGE, T. C. Com Ciência na escola – fascículo 2: Experimentando com o microscópio, p. 3. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_02.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_02.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2014.

Neste manual, sugerimos uma atividade estabelecendo analogias entre algumas estruturas celulares e elementos de uma cidade. Entretanto, nosso propósito central é que por meio da atividade proposta os alunos possam exercer a habilidade do raciocínio crítico ao notar as abrangências e limitações das analogias.



### **Objetivos**

Espera-se que ao final da leitura do capítulo 2 e das atividades sugeridas aqui, o aluno seja capaz de:

- ✓ Compreender a importância dos corantes na visualização de certos tipos celulares por meio de atividades de laboratório.
- ✓ Exercitar o raciocínio crítico por meio de uma atividade com analogias, buscando ressaltar as abrangências e limitações do raciocínio analógico aplicado ao estudo da célula.



### **Sugestão de Atividades**

#### **1. Uso de corantes**

O material produzido pelo laboratório EMBRIÃO da Universidade Estadual de Campinas traz três práticas que tratam do uso de corantes. O experimento “*Preparação e observação de lâminas coradas com violeta genciana para observação de células*” usa células da mucosa oral, camadas da cebola e fígado bovino. A atividade, disponível na pág. 16 do arquivo, disponível no link [http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1443#.VPxu8vnF\\_hl\\_sugere](http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1443#.VPxu8vnF_hl_sugere) uma discussão com os alunos sobre as estruturas observáveis nas três células bem como as estruturas comuns, e também semelhanças e diferenças entre as mesmas. Deve-se discutir por que algumas estruturas das organelas não são observadas (aspectos relacionados ao tamanho e coloração, por exemplo).

## 2. Analogias com estruturas celulares da célula animal

Como escrevemos acima, uma analogia estabelece uma relação entre relações. As analogias têm sempre abrangências e limitações e uma analogia é boa quando as relações que estão sendo comparadas são muito parecidas. Nesta atividade sugerimos que os alunos estabeleçam uma relação entre estruturas celulares e elementos de uma cidade de acordo com sua função. Também é importante que os alunos estabeleçam similaridades e diferenças entre as analogias com o conhecimento que possuem. Ao fazerem isso, é bastante provável que os mesmos sejam capazes de encontrar mais abrangências que limitações pois estão sendo introduzidos ao tema, e, portanto, seu conhecimento científico é limitado. Somando-se a isso, em geral, os aprendizes não estão acostumados a pensar nos casos onde a comparação não procede. Aqui, professor, você será peça-chave para guiá-los nessa descoberta. Abaixo apontamos algumas limitações das analogias sugeridas.

Peça aos alunos para formarem duplas e entreguem o material disponível na página seguinte com os nomes dos elementos de uma cidade e funções de certas estruturas celulares. Peça que a dupla que recorte todo o material e faça as associações, usando seus livros didáticos para consulta e que registrem na folha. Ao fazerem isso, circule entre as duplas e aponte aspectos que eles não notaram ou não sabiam. Depois que todas as duplas fizerem a tarefa, compare os resultados e peça que os alunos justifiquem a escolha das relações identificadas, apontando as similaridades e as diferenças, reconhecendo as abrangências e limitações das analogias.

Estruturas celulares comparadas:

Núcleo = Administração Central ou Prefeitura

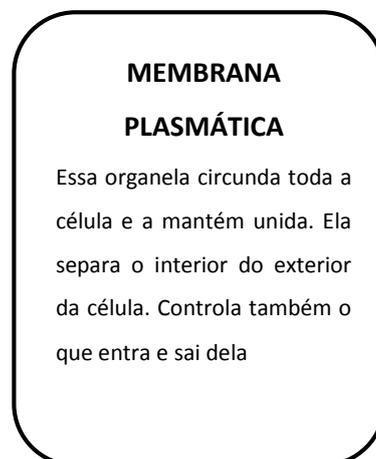
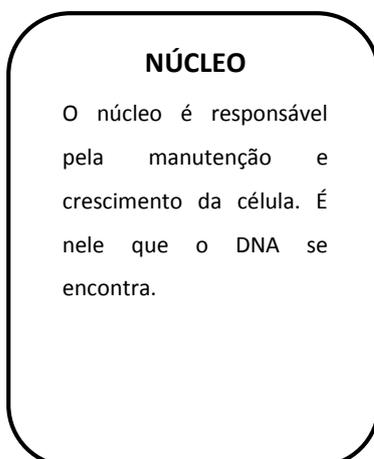
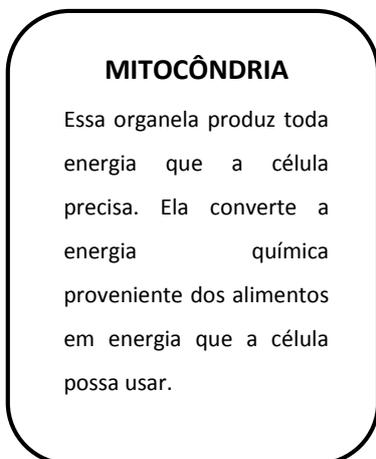
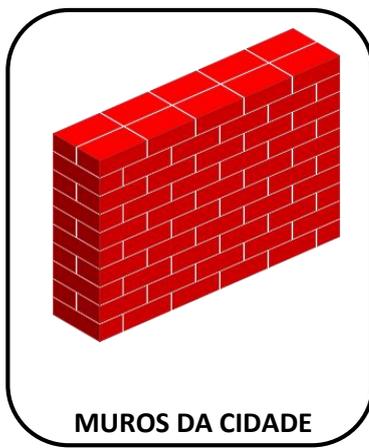
Os alunos podem inferir que esta é a estrutura celular “mais importante” da célula, sugerindo uma hierarquia cujo topo seria o núcleo. Entretanto, todas as estruturas celulares trabalham em conjunto e que esse raciocínio é errado.

Mitocôndria = Usina de Energia

Como a mitocôndria é a organela responsável pela produção de energia, os alunos podem ficar com a impressão de que ela a produz a partir de si própria, como as células vegetais. A célula animal não é capaz de tal tarefa, o que acontece é a conversão da energia dos alimentos em energia para as reações celulares.

Membrana Plasmática = Muros da Cidade

A membrana plasmática delimita a célula, separando fisicamente o meio interno do meio externo. Entretanto, diferentemente de um “muro”, a membrana plasmática é permeável e seletiva, por exemplo, por ela passam íons, moléculas e há a excreção de produtos metabólicos.





**Para conhecer mais!**

Professor, essa sugestão de leitura é para você mesmo.

PEDROZO, C. V. AMORIN, M. A. L. TERRAZAN, E. A. Uso de Analogias em livros didáticos de Biologia: Um estudo comparativo. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1029.pdf>. Acesso em: Jun. 2014.

# Manual do Professor

## CAPÍTULO 3 – INFORMAÇÃO HEREDITÁRIA



### Introdução

O terceiro capítulo dá continuidade exatamente ao segundo. Na própria aula, a personagem Clara fica brava com o professor Lucas por não querer responder logo sobre como a informação hereditária é transmitida e chega a ficar até chateada por isso. O professor Lucas então gentilmente percebe a chateação de Clara e conversa com a mesma dizendo que não havia necessidade de ficar daquele jeito. O professor Lucas diz que às vezes ele gosta de não dar a resposta de propósito para ver se alguns alunos buscam as respostas por conta própria, realçando a importância da curiosidade como uma forma motivadora. Ainda assim, a personagem Clara fica aborrecida, então, o professor faz uma introdução ao assunto e passa como tarefa para os alunos. No caminho de volta para casa, Clara passa na casa da Aninha e pergunta se ela sabe de algo. Aninha faz Clara deduzir que a informação hereditária encontra-se nas células, mas não sabe dizer em quais células. Clara por já ouvir expressões no dia a dia relacionadas ao sangue faz pensar que está no sangue. Chegando em casa ela conta aos pais, mas os mesmos, embora também não sabem ao certo a resposta. A mãe da Clara tenta responder a segunda pergunta sobre como é transmitido explicando um pouco sobre a reprodução e usando o termo “sementinha” como se referindo as células reprodutoras. É comum os alunos pensarem que a informação hereditária encontra-se no sangue. Clara escreve sua redação com as palavras da mãe sobre o encontro das “sementinhas” para formar o novo ser.

Na aula de Ciências o professor discute com os alunos sobre a tarefa que fizeram. Muitos alunos apresentam concepções alternativas sobre a localização da informação hereditária e ao longo do diálogo, o professor escuta os alunos e solicita que expliquem o porquê da resposta, ligando, assim, as concepções deles até o conhecimento científico. O professor encerra a aula diferenciando células somáticas, células germinativas e células sexuais. Ao longo do capítulo alguns termos estão em negrito com o objetivo de chamar a atenção do leitor (a) para possíveis discussões feitas mais tarde pelo professor (a). A

continuação do capítulo 3 se dará com proposta didática aqui sugerida ao Professor ou Professora.



### **Objetivos**

Espera-se que ao final da leitura do capítulo 3 e das atividades sugeridas no Manual do Professor o aluno seja capaz de:

- Compreender onde está o material genético e a informação hereditária
- Compreender o que são células somáticas
- Compreender o que são células germinativas
- Compreender a relação entre DNA, Genes e Cromossomos.



### **Sugestão de Atividades**

#### **1. Traços Genéticos**

Esta atividade tem como objetivo identificar os traços genéticos transmitidos dos pais para os filhos e estabelecer relações entre eles. Desenvolvido pela Universidade de Utah<sup>8</sup>, Estados Unidos, a equipe desenvolveu um material didático<sup>9</sup> no qual adaptamos utilizando grãos como principal material para a realização da atividade.

#### *Materiais:*

- 10 copos descartáveis de café
- canudos de 4 cores distintas (sugestão: azul, vermelho, amarelo e verde)

#### *Procedimentos:*

1. Coloque seis canudos em quatro copos e identifique conforme abaixo:

Avô A – verde

Avô B - azul

Avó A - amarelo

Avó B – vermelho

2. Trabalharemos com 6 canudos em cada copo, repondo sempre que necessário.

---

<sup>8</sup> Learn. Genetics – GENETIC SCIENCE LEARN CENTER.

<sup>9</sup>Generations of Traits, Disponível em:

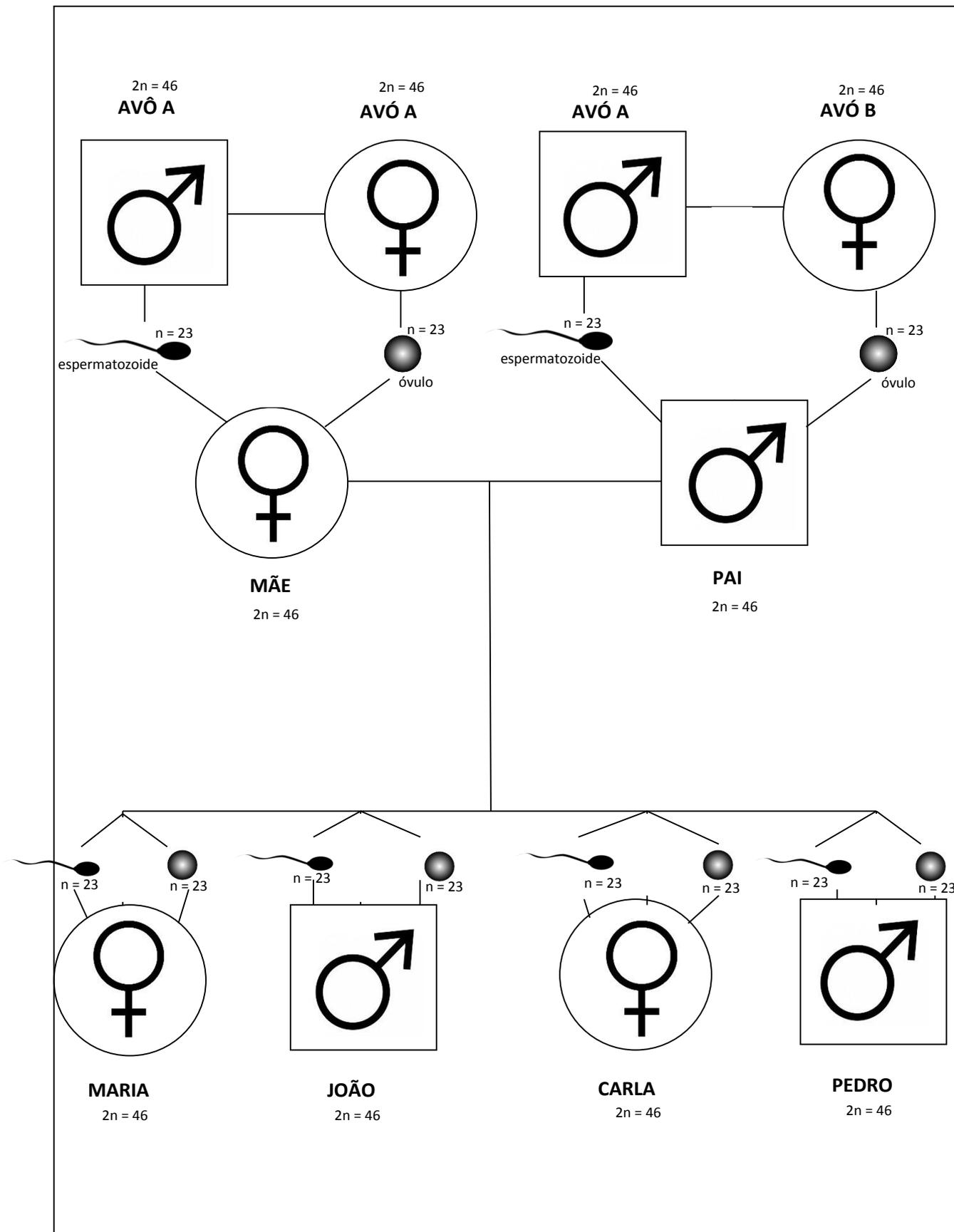
<http://teach.genetics.utah.edu/content/begin/traits/traitsgenerations.pdf>. Acesso em: Jun. 2014.

3. No copo da Mãe coloque três canudos do Avô A e três canudos da Avó A. No copo do Pai coloque três canudos do Avô B e três canudos da Avó B. Reponha os canudos iniciais dos avós.
4. Suponha que o casal tenha quatro filhos: João, Pedro, Maria e Carla. Com os olhos fechados, selecione três canudos do copinho da mãe e três canudos do copinho do pai e coloque no copo do primeiro filho.
5. Reponha os canudos dos pais e faça o mesmo procedimento com os demais filhos. Construa uma tabela com os canudos presentes em cada filho.

*Questões para discussão:*

1. Poderia os filhos João, Pedro, Maria e Carla serem idênticos (possuem os mesmos traços genéticos) aos pais?
2. Os filhos herdaram os mesmos traços dos pais ou há alguma variação?
3. Algum filho herdou uma característica presente em cada avô e avó paterno e materno?
4. Há algum filho ou filha que não herdou um traço (canudo) específico? Qual?

**ATIVIDADE – Traços Genéticos**





### **Sugestões de Leitura**

OLIVEIRA, F, E. SILVEIRA, R, M, V. **O teste de DNA na sala de aula.** Disponível em [http://www.thevear.com.br/New/Arquivos/Produtos/Folhetos/MS01\\_001.pdf](http://www.thevear.com.br/New/Arquivos/Produtos/Folhetos/MS01_001.pdf). Acesso em: Mai. 2014.

MARQUES, D. N.V. FERRAZ, D. F. **O Uso de Modelos Didáticos no Ensino de Genética em uma Perspectiva Metodológica Problematizadora.** Disponível em [http://www.academia.edu/4784420/O\\_Uso\\_de\\_Modelos\\_Didaticos\\_no\\_Ensino\\_de\\_Genetica\\_em\\_uma\\_Perspectiva\\_Metodologica\\_Problematizadora](http://www.academia.edu/4784420/O_Uso_de_Modelos_Didaticos_no_Ensino_de_Genetica_em_uma_Perspectiva_Metodologica_Problematizadora) Acesso em: Mai. 2014.