

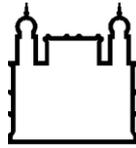
**MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

**Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde**

**O ENSINO DO GENOMA MEDIADO POR FILMES DE  
FICÇÃO CIENTÍFICA EM ESCOLAS PÚBLICAS DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

**Rio de Janeiro  
2017**



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

**Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde**

**Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

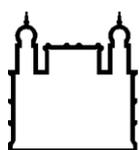
### **O Ensino do Genoma mediado por Filmes de Ficção Científica em Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz como requisito final para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Orientadora:** Profa. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles

**Rio de Janeiro**

**Agosto de 2017**



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

**Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde**

**AUTORA: Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

### **O Ensino do Genoma mediado por Filmes de Ficção Científica em Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro**

**ORIENTADORA: Profa. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles**

**Aprovada em: 08/08/2017**

#### **EXAMINADORES**

**Prof. Dr. Marcelo Diniz Monteiro de Barros - PUC-MG / FIOCRUZ - Presidente**

**Profa. Dra. Cristiane Pereira Ferreira - IFRJ - Membro Titular**

**Prof. Dr. Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho - UFRJ - Membro Titular**

**Prof. Dr. Marco Antonio Ferreira da Costa - FIOCRUZ - Revisor e Primeiro Suplente**

**Profa. Dra. Gabriela Girão de Albuquerque - UniFOA - Segundo Suplente**

Rio de Janeiro, 08 de Agosto de 2017.

Nascimento, Juliana Macedo Lacerda .

O ensino do genoma mediado por filmes de ficção científica em escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro / Juliana Macedo Lacerda Nascimento. - Rio de Janeiro, 2017.  
199 f.; il.

Tese (Doutorado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2017.

Orientadora: Rosane Moreira Silva de Meirelles.

Bibliografia: f. 147-165

1. Genoma. 2. Filmes de Ficção Científica. 3. Aprendizagem Significativa Crítica. 4. Ensino Médio. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico esta obra a Deus e aos dois grandes  
homens da minha vida: meu marido Rhonyffer  
e meu filho Tom Lucca.

## AGRADECIMENTOS

Ao Autor da Vida por ter realizado em mim os Seus sonhos, certamente mais altos e infinitos que os meus! A Ele devo honra e glória pela maestria com que regeu minha caminhada, especialmente no decurso dos últimos quatro anos. A gratidão pela oportunidade dos aprendizados, dos ensinamentos, da partilha de expectativas e esperanças na educação, na vida e no futuro. A Ele a devoção pelo ombro amigo nos momentos mais difíceis e o conforto advindo dessa grande vitória!

Ao meu marido Rhonyffer Lacerda Nascimento pelo companheirismo, pelas palavras e atitudes encorajadoras e pelas horas dedicadas à construção deste trabalho. Essa conquista reflete a honra de ter ao lado um grande marido, pai e Cientista da Computação como você!

A meu filho, Tom Lucca, por ser minha maior alegria, minha mais bela e importante produção e meu maior título: “o de mãe”! Tê-lo gerado no meio acadêmico foi um grande desafio, porém, o que eu precisava para ter esperança no amanhã. Hoje, com apenas um ano de idade, meu filho é meu grande professor, minha inspiração e a certeza de que vale a pena lutar por sonhos “inalcançáveis” e confiar no Deus do impossível.

Ao meu pai Francisco Roberto de Macedo (*in memoriam*) que almejou e acompanhou até agosto de 2016 minha trajetória acadêmica. Homem de poucas letras, porém, de imensa sabedoria e o meu maior incentivador nessa “estrada do saber”. À minha mãe Jorgete da Silva Macedo pela minha construção enquanto pessoa, pela formação de meu caráter e pela dedicação que me permitiu galgar degraus mais altos em minha formação profissional.

Aos demais familiares pelo apoio nessa jornada.

À minha orientadora, Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles por trilhar comigo essa caminhada desde o curso de Mestrado me ajudando a transpor mais esta etapa na vida acadêmica. A forma com que conduz nosso aprendizado, com carinho, paciência e competência lhe é um algo muito peculiar. Agradeço e parabênizo por essa postura humana e profissional que sempre nos faz ver a vida com esperança e os problemas, como desafios para crescer.

Aos professores Dra. Cristiane Pereira Ferreira, Dra. Gabriela Girão de Albuquerque, Dr. Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho, Dr. Marcelo Diniz Monteiro de Barros e Dr. Marco Antônio Ferreira da Costa pelas ricas contribuições na construção e/ou finalização desta obra fazendo parte da banca de qualificação e/ou defesa. A competência, a maturidade e a sensibilidade com que lidam com seus aprendizes fazem de vocês profissionais de grande

valor em nosso meio acadêmico e por isso tenho lisonja por tê-los como amigos e conselheiros nessa caminhada!

Aos professores do curso de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (RJ) pelos ensinamentos em cada disciplina. Certamente foram de grande valia para o meu amadurecimento profissional e na construção desta Tese.

À Dra. Lucia Rodriguez de La Rocque, atual coordenadora do curso, pelas ricas contribuições na banca do seminário de acompanhamento desta pesquisa bem como à Dra. Helena Amaral da Fontoura pelas orientações no embasamento metodológico.

Ao professor Dr. Marco Antônio Moreira pela solicitude em contribuir com esta obra disponibilizando livros e artigos originais.

Aos amigos conquistados ao longo do curso por ter compartilhado desafios, dúvidas, medos, saberes e sonhos. Em especial aos grandes amigos Luciana dos Santos Garrido, Madalena de Mello e Silva e Marcelo Diniz Monteiro de Barros.

A todos os funcionários da Secretaria Acadêmica e, em especial ao Isac Macêdo pela prontidão e profissionalismo em atender meus pedidos enquanto estudante do curso.

Às diretoras das escolas Berlim, Graciliano Ramos e República de Angola pela compreensão e apoio à minha formação continuada. Em especial às professoras Glória Ferreira de Castro, Marly dos Reis Viegas Lopes, Carolina Domingues da Silva Teles de Assis e Daniele Brizo pelas contribuições em suas respectivas disciplinas.

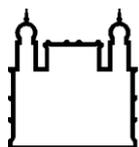
Aos gestores das escolas que aprovaram a realização desta pesquisa, aos estudantes e professores que participaram das coletas de dados e atividades propostas.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que em parceria com o Plano Brasil Sem Miséria fomentou esta pesquisa viabilizando a produção de materiais e equipamentos.

Por fim, à Fiocruz pelo acolhimento durante todos esses anos de estudos. Ter caminhado por suas alamedas, conquistado grandes amigos e aprendido a partir dos legados de renomados pesquisadores são marcas eternizadas que não me permitirão dizer adeus.

*“A verdadeira educação não desconhece o valor dos conhecimentos científicos; mas acima da instrução aprecia a capacidade, a bondade e o caráter. Afinal (...), a maior necessidade do mundo hoje é a de homens que se não comprem nem se vendam; homens que no íntimo da alma sejam verdadeiros e honestos; homens, cuja consciência seja tão fiel ao dever como a bússola o é ao pólo; homens que permaneçam firmes pelo que é reto, ainda que caiam os céus.”*

*(Ellen Gold White, Educação, p. 57; 225)*



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

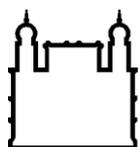
Fundação Oswaldo Cruz

## **O Ensino do Genoma mediado por Filmes de Ficção Científica em Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro**

### **RESUMO**

Nos últimos anos, conhecimentos no campo da genética aquilataram conceitos que se encontram presentes no currículo escolar e em diversos meios de informação. No entanto, pesquisas têm mostrado que a compreensão de estudantes sobre tópicos em genética é desconexa e deficiente, o que pode favorecer a formação de cidadãos passivos e à margem de discussões científicas de seu tempo. Reconhecendo a importância da escola como meio que possibilita às diversas classes sociais o acesso ao conhecimento sistematizado, o objetivo desta pesquisa foi investigar possibilidades de uso de filmes de Ficção Científica como recurso didático no ensino do Genoma e temas afins. Foram coletados dados de estudantes matriculados no Ensino Médio em quatro escolas públicas estaduais localizadas em áreas carentes da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro ao longo de três anos. Em 2013, foram investigados os conhecimentos de estudantes do 1º Ano do Ensino Médio Regular e do Curso Normal sobre o Genoma; em 2014, foram realizadas oficinas didáticas com o mesmo grupo de estudantes e em 2015 foi feita uma última coleta de dados com esses estudantes agora cursando o último ano da Educação Básica. Outras turmas concluintes da formação básica foram pesquisadas no mesmo período a fim de se traçar um paralelo de discussões sobre a eficácia do recurso didático testado. Docentes de Biologia das turmas acompanhadas na pesquisa também foram entrevistados. Os instrumentos utilizados nas coletas de dados foram: questionários, entrevistas e anotações de campo. Buscou-se identificar e analisar os conhecimentos dos estudantes sobre o tema Genoma e conceitos afins, antes e após a participação em oficinas didáticas com o uso de cenas de filmes de Ficção Científica. As oficinas foram organizadas em três blocos temáticos com duração de 200 minutos cada. As concepções apresentadas pelos estudantes foram analisadas à luz da teoria da aprendizagem significativa crítica e correntes sociocríticas, buscando-se evidenciar potencialidades e limitações quanto ao uso desse recurso didático nos últimos anos de escolaridade básica em escolas públicas. Os resultados obtidos após as oficinas indicam melhor compreensão e correlação dos estudantes quanto ao conceito de Genoma e temas do currículo obrigatório, como saúde, evolução e biotecnologia, ao passo que os resultados obtidos com estudantes que não participaram das oficinas indicam fragilidades na relação ensino-aprendizagem do tema. Docentes apontaram dificuldades em mediar o conceito devido a precariedade de materiais didáticos sobre o tema. Em coerência com o edital do Plano Brasil sem Miséria e diante dos resultados encontrados foi elaborada uma ferramenta didática no formato de “Guia do Educador” como proposição quanto ao uso de filmes de Ficção Científica no ensino de temas ligados ao Genoma. Espera-se assim contribuir com a Área de Ensino em Biociências e Saúde através da aproximação de saberes científicos e escolares no campo da Genética.

**Palavras-chave:** Genoma, Filmes de Ficção Científica, Aprendizagem Significativa Crítica, Ensino Médio.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## **Genome Teaching mediated by Science Fiction Movies in Public Schools of the State of Rio de Janeiro**

### **ABSTRACT**

In the last years, knowledge in the field of genetics has assessed concepts that are present in the school curriculum and in various media. However, research has shown that the students' understanding on topics in genetics is disconnected and deficient, which can favor the formation of passive citizens on the margin of scientific discussions of their time. Recognizing the importance of school as a mean that enables different social classes the access to systematized knowledge, the objective of this research was to investigate possibilities using Science Fiction movies as a didactic resource in the Genome teaching and related topics. We collected data from students enrolled in High School in four Rio de Janeiro's state public schools located in needy areas of the Metropolitan Region over three years. In 2013, students of the first year of regular high school and teaching course had their knowledge on the genome investigated; in 2014, a didactic workshop was offered to the same group of students and in 2015, a final data collection was made with these students when they were attending the last year of basic formation. Other graduating classes of Basic Education were investigated in the same period, in order to draw a parallel of discussions about the effectiveness of the tested didactic resource. Biology teachers of the classes followed in the survey were also interviewed. The instruments used in data collection were: questionnaires, interviews and field notes. We sought to identify and analyze the students' knowledge on the Genome theme and similar concepts, before and after the participation in Didactic Workshops with the use of the science fiction movies scenes. The workshops were organized in three thematic blocks lasting 200 minutes each. The conceptions presented by the students were analyzed using the Social-criticism current and critical meaningful learning theory, seeking to highlight potentialities and limitations on the use of this teaching resource in the last years of basic education in public schools. The results obtained after the workshops indicate better understanding and correlation of students about the Genome concept and themes of the required curriculum, such as health, evolution and biotechnology, whereas the results with students which did not participate in the workshops indicate weaknesses in the teaching-learning of the theme. Teachers reported difficulties in mediating the concept because of the precariousness of teaching materials on the subject. Consistent with the *Brazil without Misery Plan* edict and based on the collected results, a didactic tool was developed in the format of "Educator's Guide" seeking the orientation of teachers on the use of science fiction movies in teaching issues related to genome. Thus, we hope to contribute to the Biosciences and Health Teaching Area through the approximation of scientific and scholarly knowledge in the field of Genetics.

**Keywords:** Genome, Science Fiction Movies, Meaningful Learning Review, High School.

## APRESENTAÇÃO

É com grande respeito pela educação pública brasileira, que me permitiu cursar todos os níveis de escolaridade que, em breves palavras, apresento os caminhos percorridos em minha trajetória acadêmica e alguns fatos que marcaram minha vida nesse processo.

Lembro quando aos cinco anos de idade fui deixada pela primeira vez numa escola e, aos prantos, não podia suportar a ideia de ficar sem minha mãe ali. Cada minuto com as professoras parecia uma eternidade e não tinha o menor desejo de continuar naquele lugar. Depois de um tempo, a escola passou a ser um dos lugares mais agradáveis e desejados por mim. Aos oito anos de idade ingressei no Ensino Fundamental, numa escola municipal<sup>1</sup> que ficava localizada na rua de minha casa, num bairro ruralizado no município de São Gonçalo. Ali aprendi importantes lições que orientaram minhas escolhas profissionais e lapidaram minha formação como ser humano. Lembro-me de participar de Feiras de Ciências elaborando cartazes com desenhos e anotações retiradas de meu caderno sobre os seres vivos que eu conhecia a partir do contato no quintal de casa. O incentivo dos meus primeiros professores de Ciências foi decisivo na escolha da minha carreira acadêmica, porém, meu interesse pela natureza antecede minha vida estudantil. Segundo o relato de meus pais, minha curiosidade em “desvendar” a natureza suplantava qualquer tipo de brinquedo desde os meus cinco ou seis anos de idade.

Em 1995 concluí o Ensino Médio num colégio estadual<sup>2</sup> localizado em Niterói, bem distante de minha casa. Ali, muitas aulas de Biologia e Química eram realizadas de forma prática no Horto que ficava ao lado da escola. Apesar das aulas diferenciadas e ótimo corpo docente, vivi muitos períodos de greve e falta de professores de algumas disciplinas como física e matemática. Por esse fato, me senti despreparada para prestar o vestibular logo após a conclusão da Educação Básica e fiquei por cinco anos me dedicando apenas ao estudo de música que também era algo que comecei na infância.

Somente no ano 2000 decidi retomar os estudos e prestei vestibular. Aprovada no curso de licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), no curso de Enfermagem na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e no curso de Farmácia, na Universidade Federal Fluminense (UFF), sem cogitar optei por Ciências Biológicas.

Durante a graduação (2001 a 2005) passei por muitos desafios e grandes aprendizados.

---

<sup>1</sup> Escola Municipal Aurelina Dias Cavalcante

<sup>2</sup> Colégio Estadual Hilário Ribeiro

No entanto, minha grande dúvida era quanto a formação para o exercício do magistério. O desânimo e a desesperança na carreira docente me levaram a buscar outros caminhos, encontrando na área de pesquisa em bancada maiores expectativas profissionais.

Paralelamente, estudante universitária e estagiária no Laboratório de Pesquisas em Genética Bacteriana na Fiocruz, percebi confluências que poderiam resultar em pesquisas em ensino de genética.

Embora quisesse permanecer unicamente na área de pesquisa, as portas do magistério foram abertas no ano em que concluí a graduação (em 2005). Há 12 anos atuando como professora da rede pública de ensino tenho me debruçado em pesquisas e atividades pedagógicas na Área de Ensino em Biociências, sobretudo em temas ligados à genética.

Desde o início da carreira do magistério, o interesse por essa área de conhecimento tem recrudescido ao vivenciar as dificuldades dos estudantes da Educação Básica em compreendê-los. Os legados do estágio na área de genética molecular viabilizaram questionamentos sobre como alguns assuntos nessa área são entendidos ou compreendidos pela sociedade e no que resultam.

Buscando melhor qualificação profissional na área de pesquisa em ensino, em 2009 cursei a Pós-graduação *Lato Sensu* na UERJ (*Campus Maracanã*) e me dediquei à construção de modelos didáticos sobre o genoma. Em 2011 defendi a monografia intitulada “*Construção de material didático que auxilie na compreensão da estrutura genômica e de fenômenos relacionados à dinâmica do DNA e análise das concepções dos discentes sobre o tema*”.

Durante o curso de Especialização, realizei atividades práticas utilizando os modelos didáticos com alunos do Ensino Fundamental em escolas públicas e privadas no Rio de Janeiro. No mesmo ano que defendi a monografia na UERJ, ingressei no curso de Mestrado Acadêmico em Ensino em Biociências e Saúde, na Fiocruz, sob a orientação da Dra. Rosane Meirelles. Dedicando-me à investigação de concepções sobre o conceito de Mutação Biológica entre alunos do Ensino Fundamental da rede pública estadual, identifiquei fragilidades no processo de ensino e aprendizagem desse conceito bem como outros conceitos afins à genética molecular e biotecnologias. Percebendo a marcante presença da mídia na concepção dos estudantes sobre esses conceitos, decidi elaborar um projeto de doutorado que ampliasse essa investigação e atendesse também os docentes. Diante disso, também passei a questionar sobre o próprio entendimento do professor de Ciências/Biologia quanto a esses temas e a mediação dos mesmos numa “Era” denominada “Genômica” ou mesmo “Pós-Genômica”.

Em 2013, aprovada nos dois processos seletivos realizados para o doutoramento em

Ensino em Biociências e Saúde pela FIOCRUZ (Edital regular e Edital “Brasil Sem Miséria”), optei pela versão da pesquisa destinada a um público carente pela trajetória vivida enquanto aluna e professora da rede pública de ensino.

Muitas foram as lutas, os medos e as expectativas até chegar aqui. Mas com a força que vem de Deus e com a alegria da maternidade em meio ao doutoramento, superei desafios e hoje, é com grande satisfação que apresento os dois maiores sonhos da minha vida, realizados: meu filho Tom e minha Tese.

Com essa motivação desejo prosseguir aprimorando minha formação no campo da pesquisa através de desdobramentos deste trabalho. Coadunando com Paulo Freire que, apesar de árdua a tarefa de ensinar é preciso prosseguir com paixão pelo que se faz, acreditando numa educação de qualidade, não marginalizada e igualitária.

Por fim, declaro mais uma vez minha gratidão a esta notória instituição pública de pesquisa e ensino pela oportunidade de aprender aqui lições que lapidaram minha vida profissional e pelo privilégio de poder através desta obra, devolver para a sociedade o que lhe é de direito: o conhecimento!

## ÍNDICE

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>vi</b>
<b>EPÍGRAFE.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xvii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xix</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>xx</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>xxi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. UM PANORAMA GERAL DO TRABALHO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Objetivo Geral.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. CORRENTES SOCIOCRTICAS.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRTICA.....</b>	<b>7</b>
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLGICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. EMBASAMENTO METODOLGICO DA PESQUISA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. AMBIENTE E SUJEITOS DA PESQUISA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. INSTRUMENTOS DA PESQUISA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. PLANEJAMENTO E ESTRUTURAO DAS OFICINAS DIDATICAS.....</b>	<b>15</b>
<b>4. LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. BREVE HISTORICO DA EDUCACAO FORMAL NO BRASIL.....</b>	<b>18</b>
4.1.1. Educao Pblica Estadual no Rio de Janeiro.....	22
4.1.2. Breve relato da Biologia enquanto Disciplina Escolar.....	25
4.1.3. Currículo Mnimo de Biologia: Interfaces com Genoma.....	27
4.1.4. Pesquisas em Ensino de Genética.....	30
<b>4.2. BREVE HISTORICO DA BIOLOGIA MOLECULAR E A DESCOBERTA DO GENOMA.....</b>	<b>33</b>

4.2.1. Perspectivas da Genômica para o Século XXI.....	38
<b>4.3. FERRAMENTAS PARA O ENSINO.....</b>	<b>41</b>
4.3.1. Mídias para o Ensino.....	42
4.3.2. Cinema e Ensino.....	45
4.3.3. Ciência e Arte: Ficção Científica e Super-Heróis.....	50
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. LOCAL DA PESQUISA.....</b>	<b>56</b>
5.1.1. O Cenário das Escolas.....	58
<b>5.2. CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS DISCENTES.....</b>	<b>65</b>
<b>5.3. A PRIMEIRA COLETA DE DADOS.....</b>	<b>71</b>
5.3.1. Questionários aos Discentes (2013).....	73
5.3.2. Entrevistas com os Docentes.....	82
<b>5.4. OFICINAS DIDÁTICAS.....</b>	<b>89</b>
5.4.1. Bloco Temático “Genoma e Saúde”.....	91
5.4.2. Bloco Temático “Genoma e Biociências”.....	98
5.4.3. Bloco Temático “Genoma e Biotecnologia”.....	103
<b>5.5. A SEGUNDA COLETA DE DADOS.....</b>	<b>112</b>
5.5.1. Resultados encontrados entre alunos participantes das oficinas (2014).....	112
5.5.2. Resultados encontrados entre alunos não participantes das oficinas (2014).....	117
<b>5.6. A TERCEIRA COLETA DE DADOS.....</b>	<b>120</b>
5.6.1. Resultados encontrados entre alunos participantes das oficinas (2015).....	121
5.6.2. Resultados encontrados entre alunos não participantes das oficinas (2015).....	131
<b>5.7. FERRAMENTA DIDÁTICA.....</b>	<b>136</b>
5.7.1. “Guia do Educador para o filme <i>X-Men Primeira Classe</i> ”.....	137
<b>6. CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS.....</b>	<b>141</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>166</b>
<b>Apêndice A: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>166</b>
<b>Apêndice B: Questionário Discentes.....</b>	<b>169</b>
<b>Apêndice C: Roteiro de Entrevista com Docentes.....</b>	<b>170</b>
<b>Apêndice D: Questionário Socioeconômico.....</b>	<b>171</b>
<b>Apêndice E: Materiais utilizados nas oficinas didáticas.....</b>	<b>173</b>

<b>Apêndice F:</b> Instrumento utilizado na 2ª coleta de dados com participantes das oficinas (2014).....	189
<b>Apêndice G:</b> Instrumento utilizado na 3ª coleta de dados com participantes das oficinas (2015).....	190
<b>ANEXOS</b> .....	192
<b>Anexo A:</b> Aprovação da Pesquisa pelo Comitê de Ética da Fiocruz.....	192
<b>Anexo B:</b> Termo de Aprovação das Escolas.....	196

## LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1. Mapa da Divisão Regional do GGE-RJ/SPE do Estado do Rio de Janeiro com localização das quatro escolas: A, B, C e D.....	56
Figura 5.2. Fotografia da fachada da Escola A.....	59
Figura 5.3. Imagem das margens do rio Sarapuí, localizado a 500 metros da Escola A.....	60
Figura 5.4. Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola A.....	60
Figura 5.5. Fotografia da fachada da Escola B.....	61
Figura 5.6. Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola B.....	62
Figura 5.7. Fotografia da fachada da Escola C.....	62
Figura 5.8. Imagem da Igreja Nossa Senhora da Penha, referência turística do bairro em que fica localizada a Escola C.....	63
Figura 5.9. Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola C.....	63
Figura 5.10. Fotografia da fachada da Escola D.....	64
Figura 5.11. Fotografia do bairro em que fica localizada a Escola D.....	64
Figura 5.12. Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola D.....	65
Figura 5.13. Representação gráfica de Genoma e Biotecnologia, respectivamente, feita por aluno do 3º Ano do Ensino Médio da escola A.....	74
Figura 5.14. Representação gráfica de Genoma e Biotecnologia, respectivamente, feita por aluno do 1º Ano do Ensino Médio da escola A.....	74
Figura 5.15. Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 1º Ano EM, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”.....	76
Figura 5.16. Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 3º Ano EM, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”.....	78
Figura 5.17. Exemplos de panfletos de saúde construídos por alunos durante a oficina genoma e saúde.....	95
Figura 5.18. Exemplos de Mapas Conceituais construídos por alunos das quatro escolas pesquisadas após oficinas didáticas.....	115
Figura 5.19. Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 3º Ano EM, em 2014, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”.....	119
Figura 5.20. Primeira Página do Guia do Educador.....	137

Figura 5.21. Segunda Página do Guia do Educador.....	138
Figura 5.22. Terceira Página do Guia do Educador.....	139
Figura 5.23. Quarta Página do Guia do Educador.....	140

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1. Dados do IBGE sobre população e educação nos municípios: Rio de Janeiro, São Gonçalo e Duque de Caxias, em 2012/2016.....	57
Tabela 5.2. Índice socioeconômico das turmas pesquisadas por escola.....	66
Tabela 5.3. Nível de escolaridade dos pais dos alunos pesquisados.....	68
Tabela 5.4. Porcentagem de alunos que frequentam (ou não) o cinema com respectivas justificativas .....	70
Tabela 5.5. Número de alunos pesquisados por escola em 2013 e média de faixa etária encontrada.....	72
Tabela 5.6. Dados sobre recursos tecnológicos utilizados pelos professores de Biologia das escolas A, B, C e D.....	84
Tabela 5.7. Conteúdos ditos mais difíceis de ensinar/aprender segundo os professores de Biologia pesquisados.....	88
Tabela 5.8. Relação do Número de alunos participantes da primeira coleta de dados em 2013 e das oficinas didáticas em 2014, por escola.....	90
Tabela 5.9. Quantitativo de alunos que participaram da pesquisa em 2013, 2014 e 2015.....	134

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Filmes utilizados e informações técnicas pertinentes.....	15
Quadro 5.1. Organização dos Blocos Temáticos nas oficinas didáticas.....	90
Quadro 5.2. Quadro sistematizado dos filmes, cenas e conceitos trabalhados na oficina Didática intitulada “Genoma e Saúde” (Bloco Temático 1).....	93
Quadro 5.3. Recorte das cenas trabalhadas na oficina “Genoma e Biociências”.....	99
Quadro 5.4. Resultados encontrados nas escolas A, B, C e D sobre os Casos Investigativos.....	105
Quadro 5.5. Cenas dos filmes utilizados na oficina “Genoma e Biotecnologia”.....	106
Quadro 5.6. Categorização de elementos contrafactuais presentes em filmes de FC.....	110
Quadro 5.7. Respostas encontradas em 2014 no grupo de alunos não participantes das oficinas sobre Genoma, nas quatro escolas pesquisadas.....	118
Quadro 5.8. Algumas respostas encontradas em 2015 entre os estudantes que participaram das oficinas em 2014.....	122
Quadro 5.9. Comparação dos Princípios Facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica com atividades realizadas nas oficinas didáticas.....	126

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BSM - Plano Brasil Sem Miséria

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP-Fiocruz - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Fundação Oswaldo Cruz

CIEP - Centro Integrado de Educação Pública

CN - Curso Normal (Formação de Professores)

DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito

DVD - *Digital Versatile Disc* (Disco Digital Versátil)

DNA - Ácido Desoxirribonucléico

Dr.(a) - Doutor(a)

EF - Ensino Fundamental

EJA - Educação de Jovens e Adultos

EM - Ensino Médio

FC - Ficção Científica

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Brasileira

IFRJ - Instituto Federal do Rio de Janeiro

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Nacionais

IOC - Instituto Oswaldo Cruz

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

LITEB - Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos

MEC - Ministério da Educação

MG - Minas Gerais

ONU - Organização das Nações Unidas

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCR - *Polymerase Chain Reaction* (Reação em Cadeia da Polimerase)

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PG-EBS - Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

PGH - Projeto Genoma Humano

ProEMI - Programa Ensino Médio Inovador

Prof.(a) - Professor (a)

PUC - Pontifícia Universidade Católica

RJ – Rio de Janeiro

SAERJ - Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Rio de Janeiro

SEEDUC - Secretaria de Estado de Educação

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUS - Sistema Único de Saúde

TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

TV - Televisão

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNESCO - *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization* (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura)

UNESP - Universidade Estadual Paulista

UniFOA - Centro Universitário de Volta Redonda (Fundação Oswaldo Aranha)

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. UM PANORAMA GERAL DO TRABALHO

Este trabalho surgiu de desdobramentos da pesquisa de Mestrado realizada pela autora nesta Instituição nos anos 2011 a 2013. Os resultados mostraram que, embora o currículo escolar do 7º Ano do Ensino Fundamental designasse conteúdos relacionados ao tema “Mutação Biológica”, no grupo de estudantes pesquisados a grande maioria não sabia definir o tema ou relacioná-lo com conteúdos escolares. Embora equivocadamente, apenas um aluno relacionou o tema com algo ligado às aulas de Ciências (“metamorfose”) (NASCIMENTO, 2013b). Através de representações gráficas ficou claro que as fontes de informação (ou inspiração) que embasaram concepções prévias desses estudantes eram, em geral, distantes dos conceitos científicos e embasados em obras do gênero Ficção Científica (FC).

A maioria dos estudantes pesquisados disse ter inspirado suas ideias sobre “mutantes”, na novela “Os Mutantes”, exibida por uma rede de televisão brasileira, nos anos 2008 e 2009. Os estudantes que não citaram a novela disseram ter embasado suas concepções sobre “mutantes” nos filmes “*X-Men*” e “*Quarteto Fantástico*”, ambos apresentados pela *Walt Disney Company* a partir do ano 2000 ou em desenhos animados, como “*Ben 10*” e “*Meninas Superpoderosas*”, ambos apresentados pela *Cartoon Networks*.

Diante desses resultados foram realizadas oficinas com o uso de modelos didáticos e um ano após, uma nova coleta de dados foi feita com o mesmo grupo de estudantes. Tendo por embasamento a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003; 2000; 1968; 1963) foi percebida a evolução da aprendizagem do conceito de Mutação Biológica para um patamar científico e correlações com diversos temas, inclusive aqueles apresentados na Ficção Científica.

Em levantamento bibliográfico foi percebido que a dificuldade de estudantes em entender conceitos científicos é um dos campos mais estudados na pesquisa em ensino (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005). Igualmente, as pesquisas que buscam identificar as dificuldades encontradas pelos estudantes e professores apontam como problemáticas as questões relacionadas com o ensino da genética e suas tecnologias (JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000).

Nos âmbitos nacional e internacional, pesquisas têm mostrado que a percepção de estudantes sobre temas em genética são as que se encontram mais distantes dos conceitos científicos (MOURA *et al.*, 2013; GOLDBACH *et al.*, 2009; SCHEID; FERRARI;

DELIZOICOV, 2005; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999). Além das dificuldades em compreender os conceitos ligados à genética, pesquisas têm corroborado o fato de que as concepções de estudantes acerca desses conceitos refletem conhecimentos do senso comum e denotam fortes influências da mídia (NASCIMENTO *et al.*, 2015; CARVALHO; GONÇALVES; PERON, 2012; ABRIL; MAYORAL; MUELA, 2004; ANDÉREZ, 2003; ABRIL; MUELA; QUIJANO, 2002).

Coadudando com Tibell e Rundgren (2010), uma área da pesquisa educacional que requer aprofundamento é o estudo de como as concepções dos estudantes são influenciadas pelo uso de expressões intencionais para explicar determinados processos (inclusive científicos). Krasilchick (2004) e Inocêncio *et al.*, (2001) acrescentam que integrar novos temas aos conteúdos tradicionais do ensino é imprescindível para uma atuação docente consistente e coerente com as perspectivas do ensino das ciências neste século. Só assim os estudantes poderão opinar e usufruir desses conhecimentos em sua vivência pessoal e social.

O Tema Genoma está presente em conteúdos de todas as séries do currículo de Biologia no Ensino Médio da rede pública Estadual no Rio de Janeiro e é um conceito central à compreensão de importantes temas em Biologia, como evolução, saúde e biotecnologia. No entanto, assim como o tema Mutação Biológica está inserido de diversas formas no currículo escolar e os estudantes pesquisados desconheciam, estaria o tema “Genoma” na mesma situação?

Segundo Rabinow (2002) e Rocha (2007), para potencializar nosso interesse por essa investigação, vale ressaltar que diversos meios de comunicação passaram a veicular temas ligados ao genoma levando à sociedade não só informações, mas a possibilidade de imaginações sobre ele. Paralelamente, a indústria cinematográfica passou a investir em tramas envolvendo o material genético e algumas dessas obras têm chamado a atenção do público por abordar de maneira apocalíptica os feitos ou rumos da ciência (BIXLER, 2007).

Nesse íterim, o gênero de filmes mais procurado pelos jovens tem sido a Ficção Científica (MACHADO, 2008) e apesar de pesquisas apresentarem a utilização de filmes desse gênero no ensino de Biologia desde 1973 (GOMES-MALUF; SOUZA, 2008), poucos trabalhos mostram o uso adequado desse recurso em sala de aula (NAPOLITANO, 2013).

De fato a expansão das informações sobre o genoma trouxe para o ensino de Biologia um grande desafio e uma grande responsabilidade, pois o entendimento desse conceito se tornou imprescindível à compreensão do mundo, dos limites e possibilidades da Ciência e do papel do ser humano na sociedade na qual está inserido (VALE, 1998).

Na perspectiva de que atividades didáticas com o uso de filmes de Ficção Científica podem promover um diálogo entre saberes científicos e escolares em sala de aula, este trabalho foi organizado em seis Capítulos.

No primeiro Capítulo consta o panorama geral da pesquisa e os Objetivos. No segundo Capítulo foi descrito o Referencial Teórico. No terceiro Capítulo são descritos os Procedimentos Metodológicos divididos em subitens para facilitar a compreensão do leitor sobre a forma com que a pesquisa foi conduzida. No quarto Capítulo está o Levantamento Bibliográfico que, juntamente com o Referencial Teórico descrito no segundo Capítulo, contém elementos essenciais para a análise dos dados obtidos. No quinto Capítulo são apresentados os Resultados encontrados e discutidos com base nos Referenciais Teóricos adotados. No sexto e último Capítulo são apresentadas as Considerações e as Perspectivas a partir da pesquisa realizada.

Nos Apêndices foram inseridos todos os materiais utilizados na pesquisa, como: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), questionários, roteiro de entrevista e materiais de apoio às oficinas. Em Anexos, os documentos comprobatórios da aprovação da pesquisa pelo Comitê de ética, bem como da direção das escolas.

O objeto de investigação desta pesquisa foi um conjunto de práticas educativas em oficinas com estudantes, em que foram buscadas respostas à seguinte pergunta: “Que possibilidades referentes ao uso de filmes de Ficção Científica em sala de aula podem aproximar conhecimentos sobre o genoma dos conteúdos de Biologia na perspectiva da aprendizagem significativa crítica”?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Investigar possibilidades de uso de filmes de Ficção Científica como recurso didático no ensino do Genoma em interfaces com conteúdos de Biologia nos anos finais da Educação Básica<sup>3</sup>.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- 1) Identificar os conhecimentos prévios de alunos do Ensino Médio sobre Genoma e temas afins, bem como as possíveis fontes de informação que embasam os conhecimentos prévios;
- 2) Levantar que práticas educativas são usadas no ensino do genoma por professores das turmas pesquisadas;
- 3) Analisar possíveis correlações entre os temas trabalhados nas oficinas com conteúdos escolares/científicos à luz dos referenciais teóricos adotados;
- 4) Produzir uma ferramenta didática para o ensino do tema Genoma em interfaces com conteúdos de Biologia a partir de filmes utilizados nas oficinas.

---

<sup>3</sup> Os anos finais da Educação Básica representam o 1º, 2º e 3º Anos do Ensino Médio.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Reconhecendo a importância das diferentes correntes teóricas no campo do ensino, algumas Teorias Pedagógicas têm se apresentado eficazes no auxílio à prática docente e na formação crítica do discente, sendo coerentes com o ideário dos Parâmetros Curriculares Nacionais para a formação da sociedade do século XXI (BRASIL, 1998; 2000).

Para embasar a discussão dos resultados encontrados bem como os objetivos propostos nesta Tese, algumas Teorias Pedagógicas foram elencadas. De acordo com Libâneo, qualquer educador ou pesquisador na área de ensino não pode evadir-se da pedagogia, pois é ela que irá constituir os “sujeitos e as identidades” (LIBÂNEO, 2005).

O autor acrescenta que *“sujeitos e identidades se constituem enquanto portadores das dimensões física, cognitiva, afetiva, social, ética, estética, situados em contextos socioculturais, históricos e institucionais”* (op. cit., p. 16). Portanto, apesar de a pedagogia buscar entender como esses contextos contribuem ou não para que os sujeitos aprendam, é inegável que a escola passa por conflitos dentre os quais pode se citar a falsa inclusão social. Libâneo comenta que os professores e os pesquisadores que atuam no campo científico da educação precisam entender que:

*“A escola existe para formar sujeitos preparados para sobreviver nesta sociedade e, para isso, precisam da ciência, da cultura, da arte (...) e os alunos precisam desenvolver capacidades cognitivas para se apropriar criticamente dos benefícios da ciência e da tecnologia em favor do seu trabalho, da sua vida cotidiana, do seu crescimento pessoal”* (LIBÂNEO, 2005, p.17).

A partir desses pressupostos, foram eleitas as Correntes Sociocríticas, explanadas por Libâneo (2005) e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica descrita por Moreira (2011) cujos princípios básicos estão descritos respectivamente nos itens 2.1 e 2.2.

### **2.1. CORRENTES SOCIOCRTICAS**

As Correntes Sociocríticas são correntes pedagógicas contemporâneas e caracterizam-se por fincar-se no processo emancipatório do sujeito e sua vida em sociedade (LIBÂNEO, 2005). Para Libâneo, *“a designação “sociocrítica” está sendo utilizada para ampliar o sentido de “crítica” e abranger teorias e correntes que se desenvolvem a partir de*

*referenciais marxistas ou neo-marxistas*” (LIBÂNEO, 2005, p. 28). Segundo o autor, “*a preocupação no âmbito da educação não é com a adaptação dos indivíduos à sociedade, mas com sua autonomia e emancipação*” (ALVES, 2007).

Num olhar retrospectivo, as correntes sociocríticas partem da Pedagogia Histórico-Crítica que no Brasil, ganhou espaço com o surgimento de frentes sociais como a “*fundação do Partido dos Trabalhadores (1980), criação da Central Única dos Trabalhadores (1983) e elaboração e promulgação da Constituição Federal (1988)*” e no discurso acadêmico, com a implantação do curso de Pós- Graduação em Educação (PIMENTA, 2002). Essa Pedagogia foi sistematizada no final do século XX por Dermeval Saviani (1997) e procurou estabelecer um diálogo entre a pedagogia crítica preconizada por Paulo Freire e o Marxismo (ALVES, 2007; RAMOS, 2012).

A Corrente Sociocrítica encontra importantes congruências com a proposta desta pesquisa, pois entende que a formação escolar e social do indivíduo se faz numa leitura da realidade que pode ser transformada pela “*construção de novas relações sociais para a superação de desigualdades sociais e econômicas*” (LIBÂNEO, 2005).

Nessa perspectiva, valoriza os saberes que cada grupo de alunos traz sobre suas vivências na sociedade em que está inserido e busca compreender como são construídos os saberes escolares.

Nas Correntes Sociocríticas podem ser encontradas cinco Modalidades, a saber: “*A Sociologia crítica do currículo, a Teoria histórico-cultural, a Teoria sociocultural, a Teoria sociocognitiva e a Teoria da ação comunicativa*” (LIBÂNEO, 2005, p. 26). Algumas modalidades sustentam-se em princípios como a eficácia do currículo oculto, defendendo que algumas situações casuais em sala de aula podem contribuir mais para a aprendizagem que o currículo formal, outras em questões políticas e pedagógicas (*op. cit.*, p. 28 e 29).

Sem pretender aprofundar discussões sobre cada Modalidade Sociocrítica, os resultados da presente pesquisa estão embasados em alguns princípios defendidos nessa Corrente Pedagógica como, por exemplo, o papel da escola na formação social, intelectual e crítica do estudante, tendo como parâmetros para a análise dos dados a capacidade do aluno em discutir, questionar e participar de assuntos decorrentes da aprendizagem do tema genoma.

## 2.2. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Nas palavras de Moreira (2011), uma Teoria de Aprendizagem “*é uma tentativa humana de sistematizar a área de conhecimento denominada aprendizagem*”. O autor salienta que algumas “Teorias da Aprendizagem” não devem ser levadas literalmente como teorias, mas se é para definir conceitualmente a palavra “aprendizagem”, que esta esteja vinculada a “*condicionamento, aquisição de informação, mudança comportamental estável, uso de conhecimento na resolução de problemas, construção de novos significados, de novas estruturas cognitivas, revisão de modelos mentais*” (MOREIRA, 2011, p.13).

As Filosofias que embasam as Teorias de Aprendizagem são três: a Comportamentalista ou Behaviorista (baseada no comportamento mensurável do sujeito), a Humanista (vê o sujeito em seu aspecto emocional e não só intelectual) e a Cognitivista que se baseia no Construtivismo, ou seja, visa entender como o ser humano conhece o mundo (MOREIRA, 2011).

A concepção construtivista pode ser entendida como uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve, partindo do princípio de que este desenvolvimento é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio em que está inserido (CARRETERO, 2002). Logo, a ideologia construtivista concebe que o ser humano não é passivo aos estímulos externos, buscando sempre uma forma de interagir com eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento de forma cada vez mais elaborada (LA TAILLE; OLIVEIRA; DANTAS, 1992). Tem como base que aprender, assim como ensinar, é algo que diz respeito a construir um novo conhecimento, descobrindo uma nova forma de percepção para um dado fenômeno.

Paralelamente, a teoria da aprendizagem significativa crítica proposta por Moreira (2011) complementa a base teórica do ponto de vista do ensino e da aprendizagem para uma formação do aprendiz que vai além da compreensão de conceitos (significados) para uma postura mais ativa diante dos mesmos.

A teoria da aprendizagem significativa crítica apresenta algumas analogias com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta do David Ausubel (2003; 2000; 1968; 1963). A principal semelhança está em reconhecer a relevância do conhecimento prévio, chamado por Ausubel de subsunção e o novo conhecimento, de forma não-arbitrária e não-literal (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Desta forma, acredita que uma etapa fundamental para que novos conhecimentos possam ser construídos significativamente é ancorá-los aos conhecimentos prévios do aprendiz (MOREIRA, 2011; AUSUBEL, 2003).

De acordo a TAS é necessário que o novo conhecimento seja, para a estrutura cognitiva do aprendiz, algo relevante, ou seja, algo relacionado com os seus subsunçores (conhecimentos prévios), que pode ser uma imagem, um símbolo, uma proposição ou um conceito, já significativo para o aluno (AUSUBEL, 2003, p.8). Entendendo a estrutura cognitiva do aprendiz como um sistema hierárquico cujos conceitos vão sendo organizados de acordo com as experiências sensoriais (MOREIRA, 2011, p.161), *“quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do aluno, maior sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade”* (LEMOS, 2006).

No entanto, é importante entender que o termo “significativo” na TAS está relacionado com *“atribuir significados”*, ou seja, implica uma percepção, um processamento individual ou concepções representadas mentalmente pelo aluno que nem sempre estarão ligadas a ideias importantes ou cientificamente corretas (MOREIRA, 2008; LEMOS, 2006). Desenvolvida numa perspectiva construtivista, a TAS enfatiza que é tarefa do professor selecionar quais são os conceitos centrais da matéria a ser ensinada, identificar o que o aluno já sabe e analisar a relação entre ambos, para então definir que metodologia é mais apropriada para mediar o conhecimento (AUSUBEL *et al.*, 1980). A TAS orienta que, primeiro, o mediador precisa considerar que as condições no processo educacional sejam próprias para que esta aprendizagem se realize, segundo, que os conceitos a serem ensinados sejam, para a estrutura cognitiva do aluno, relevantes e compatíveis e que os alunos tenham intenção em aprender. Em terceiro lugar, que haja um esforço cognitivo do aluno, organizando as informações (MOREIRA, 2011).

Uma vez que a teoria de educação de Joseph Novak complementa a TAS de Ausubel, importa ressaltar que para este autor, a aprendizagem significativa ultrapassa a questão cognitiva (construtivismo), incluindo os fatores: sentimentos e ações no ato de ensinar e aprender. Novak utiliza o argumento da TAS para justificar sua base humanista já que, para que o indivíduo aprenda, é preciso que tenha vontade, predisposição para isso e que, *“ em qualquer evento educativo é preciso que haja uma ação para trocar significados e sentimentos entre professor e aprendiz”* (MOREIRA, 2011, p. 177). Novak reconhece os “lugares” da educação (currículo, meio social, avaliação, assim como ensino e aprendizagem) como fundamentais à ocorrência (ou não) da aprendizagem significativa e propõe a utilização de mapas conceituais como recurso facilitador deste tipo de aprendizagem (*op. cit.*, p.180). Nas palavras de Novak: *“A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre*

*pensamentos, sentimentos e ações que conduzem ao engrandecimento (empowerment) humano” (MOREIRA, 2011, p. 179).*

Numa visão contemporânea de educação, Moreira (2011) acrescenta à TAS alguns “Princípios” facilitadores colocados por Postman e Weingartner no livro “Ensino como atividade subversiva” publicado em 1969. Moreira (2011) defende a teoria da aprendizagem significativa crítica diante da sociedade atual, reiterando que não basta preparar os alunos para aprender significativamente e sim, aprender significativa e criticamente. O autor ressalta que *“ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo”* (MOREIRA, 2006b, p. 11). O autor salienta a importância do docente reconhecer os passos e a ocorrência da Aprendizagem Significativa para torná-la crítica (MOREIRA, 2011). Moreira fala, inclusive, que é por meio da aprendizagem significativa crítica que o aluno se depara com a incerteza, com a ideia de construção do conhecimento através do pensamento humano, com a probabilidade e com o erro. Complementa que para não ser subjugado pelos ritos, tecnologias e ideologias presentes em uma cultura, mas ao mesmo tempo entendê-la e fazer parte dela, os alunos precisam desenvolver uma postura crítica, uma aprendizagem subversiva (crítica) (*op. cit.*, p.227).

Ensinar os alunos a aprender significativa e criticamente não é tarefa fácil e requer mudança, primeiro na forma de o professor ou pesquisador, olhar o ensino.

Segundo Moreira (2011, p. 227-239), alguns princípios podem conduzir à aprendizagem significativa crítica, a saber:

P1. *Princípio da Interação Social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.*

P2. *Princípio da não-centralidade do livro de texto. Priorizar a utilização de materiais instrucionais diversificados.*

P3. *Princípio do aprendiz como perceptor/representador.*

P4. *Princípio do conhecimento como linguagem.*

P5. *Princípio da consciência semântica.*

P6. *Princípio da aprendizagem pelo erro.*

P7. *Princípio da desaprendizagem.*

P8. *Princípio da incerteza do conhecimento.*

P9. *Princípio da não utilização do quadro de giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.*

Na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa crítica, importa mudar o foco da aprendizagem deste século para uma visão de que os indivíduos precisam fazer parte da sociedade sem que se sintam reféns dela. Nas palavras de Postman e Weingartner, ainda que a sociedade já estivesse na década de 1960 imersa em tecnologias, a escola continuava ensinando “o conceito de verdade absoluta, fixa e imutável; conceito de certeza; a ideia de que quando se sabe o nome se entende a “coisa”, o conceito de que o conhecimento é transmitido por uma autoridade superior e inquestionável” (op. cit, 1969, p.217).

Para Postman e Weingartner esse tipo de educação resulta em indivíduos passivos, inflexíveis e com percepções inadequadas sobre a natureza do conhecimento científico. Segundo esses autores “A teoria da aprendizagem subversiva ou crítica, é aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (op. cit., p.4). Afinal, é pela interação social que docentes e discentes compartilham significados e avançam em busca de novos questionamentos produzindo o conhecimento.

Embora a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica embasada em Moreira (2011) englobe uma gama de atitudes e posturas para além da proposta dessa pesquisa, os principais pressupostos dessa teoria vão ao encontro dos objetivos propostos nesta Tese. Portanto, os resultados encontrados foram analisados à luz desses pressupostos e poderão abrir caminhos para interpretações mais complexas em pesquisas subsequentes.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética com o parecer 371.703 de agosto de 2013 (Anexo A). Também foram encaminhados o Termo de Aprovação para as escolas participantes (Anexo B) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). O TCLE foi elaborado de acordo com as Normas da Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde de 12 de dezembro de 2012.

A fim de cumprir com os objetivos propostos, o caminho metodológico foi desenhado em três etapas:

(1) Em 2013 foi feita a primeira coleta de dados visando cumprir com o 1º e o 2º Objetivos Específicos<sup>4</sup>;

(2) Em 2014, visando cumprir com o 3º Objetivo Específico<sup>5</sup> foram realizadas oficinas didáticas e, posteriormente, uma segunda coleta de dados;

(3) Em 2015, visando cumprir com o 4º Objetivo Específico<sup>6</sup> e aprofundar discussões com o referencial teórico adotado, foi feita a terceira e última coleta de dados.

Os demais procedimentos metodológicos da pesquisa como o embasamento teórico, a escolha do local da pesquisa, dos sujeitos e instrumentos de coleta de dados foram organizados em subitens citados abaixo.

#### **3.1. EMBASAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

Como embasamento teórico-metodológico foi eleito o referencial descritivo de cunho qualitativo, cujo paradigma entende a realidade como algo socialmente construído e para isso, valoriza a unidade dos depoimentos dos sujeitos pesquisados. Para tanto, neste tipo de pesquisa é imprescindível que haja a interpretação fidedigna dos dados coletados (MOREIRA, 2003).

---

<sup>4</sup> Identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre genoma, fontes de informação que poderiam embasar tais conhecimentos e levantar que práticas educativas eram usadas por professores no ensino desse conceito, respectivamente.

<sup>5</sup> Analisar possíveis correlações entre os temas trabalhados nas oficinas com conteúdos escolares/científicos à luz dos referenciais teóricos adotados.

<sup>6</sup> Produzir uma ferramenta didática para o ensino do tema Genoma em interfaces com conteúdos de Biologia a partir de filmes utilizados nas oficinas.

A análise dos dados foi embasada em Fontoura (2011) que, dentro de uma proposta de tematização, ressalta a pesquisa qualitativa como “*um caminho promissor para que nos engajemos em processos que busquem a transformação social*” (FONTOURA, 2011, p.63).

Segundo a autora, o método qualitativo utiliza como instrumentos de coleta de dados entrevistas semiestruturadas (apresenta um roteiro flexível) e questionários com perguntas abertas, o que facilita a compreensão daquilo que é comunicado, seja pela fala, pela escrita, pelos gestos e até pelo silêncio do sujeito (*op. cit.*, 2011).

A autora propõe a “tematização” como método para análise de dados da pesquisa qualitativa. Para tanto, busca estabelecer uma “ponte” com o método usado por Paulo Freire para ampliar o campo de visão do pesquisador ao se deparar com os desafios da análise dos dados coletados, codificação ou decodificação dos mesmos, a aprendizagem dos alunos e a construção do conhecimento. Ela ressalta o método alfabetizador de Freire em investigar as expectativas do aluno com relação ao tema a ser tratado, tematizar as aulas, ou seja, escolher temas que venham de encontro às expectativas dos alunos e problematizar, que seria dentre outros fatores, buscar formas de entender o processo de aprendizado.

A autora sugere sete passos metodológicos para organização, interpretação e análise dos dados coletados (FONTOURA, 2011, p. 71-73), a saber:

1. Primeiramente deve haver a transcrição de todo o material coletado;
2. Seguido de leituras atentas do material;
3. Demarcação do *corpus* da pesquisa, ou seja, dos temas mais relevantes;
4. Agrupamento de respostas por semelhança ou agrupamento de temas por coerência ou pertinência;
5. Definição de unidades de contexto e de significados;
6. Esclarecimento da forma como os dados foram tratados, quais esquemas foram utilizados para apresentá-los (Quadros, Tabelas, Gráficos...);
7. Interpretação dos dados à luz dos referenciais teóricos adotados.

De acordo com alguns autores, na pesquisa qualitativa a ênfase dada aos resultados se debruça no teor descritivo e interpretativo, porém, alguns dados podem ser organizados utilizando-se recursos como gráficos, tabelas ou quadros (FONTOURA, 2011; MOREIRA, 2003). Portanto, a transcrição de falas e textos escritos pelos sujeitos pesquisados foi inserida diretamente no corpo do texto ou apresentada através dos recursos supracitados.

### **3.2. AMBIENTE E SUJEITOS DA PESQUISA**

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) serviram para o recorte e escolha da região geográfica da pesquisa. Financiada pelo Plano Brasil sem Miséria<sup>7</sup>, o critério de escolha pela região da pesquisa foi com base nos elevados índices demográficos e de desigualdades no âmbito da educação e da saúde indicados pelo Censo 2010<sup>8</sup> em comparação às demais regiões do Estado do Rio de Janeiro.

A escolha dos municípios que compõem a região geográfica também foi feita a partir dos índices populacionais, dando-se prioridade aos municípios com maior número de estudantes matriculados no Ensino Médio na rede pública estadual.

As escolas foram selecionadas quanto a localização, priorizando-se as que se situavam em áreas carentes (comunidades), com oferta de Ensino Médio Regular ou Curso Normal diurno em, no mínimo, três anos.

A escolha dos sujeitos da pesquisa foi feita com base no critério: ser discente do Ensino Médio Regular ou do Curso Normal das turmas selecionadas e ser docente de Biologia da turma selecionada.

As turmas foram escolhidas pela direção das respectivas escolas de acordo com a disponibilidade de horário e/ou professores para as atividades da primeira coleta de dados. Os alunos que pertenciam a essas turmas em 2013 foram acompanhados durante os três anos da formação básica (1º, 2º e 3º Ano do EM) participando da 2ª e da 3ª coleta de dados.

Durante três anos de pesquisa nas escolas (2013, 2014 e 2015), turmas de alunos formandos foram incluídas na pesquisa, sendo aqui chamadas de turmas aleatórias.

### **3.3. INSTRUMENTOS DA PESQUISA**

Os instrumentos utilizados para as coletas de dados na presente pesquisa foram: questionário semiestruturado<sup>9</sup> (Apêndice B), entrevistas semiestruturadas (Apêndice C) e

---

<sup>7</sup> Plano do Governo Federal cujo edital prevê a população que vive em estado de pobreza ou extrema pobreza o acesso à educação, saúde, bens e serviços por meio de resultados e produtos.  
<http://www.brasilsemiseria.gov.br/>

<sup>8</sup> Site do IBGE com informações sobre o censo demográfico 2010. Disponível em  
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>

<sup>9</sup> Com perguntas abertas e fechadas (na pesquisa qualitativa, é dada ênfase às questões abertas, no entanto, acrescentamos algumas questões fechadas buscando identificar melhor o perfil dos sujeitos pesquisados).

anotações de campo. As falas dos sujeitos durante as entrevistas e a participação nas oficinas didáticas foram gravadas em áudio ou anotadas em caderno de campo.

O questionário semiestruturado foi utilizado durante três encontros nos anos 2013, 2014 e 2015. Esse instrumento contém sete perguntas que buscaram identificar conhecimentos prévios de estudantes sobre Genoma e temas afins, fontes de informação que poderiam embasar tais conhecimentos, preferências por gêneros fílmicos e frequência com que assistem.

Em 2013 o questionário supracitado foi utilizado com uma turma de 1º Ano do Ensino Médio e uma turma de 3º Ano do Ensino Médio em cada escola. Em 2014 e em 2015, esse instrumento foi usado apenas com turmas de 3º Ano do Ensino Médio<sup>10</sup> pois o intuito era continuar identificando que conhecimentos sobre o genoma estudantes que estão concluindo a Educação Básica têm.

As turmas de 1º Ano que responderam o questionário em 2013, ou seja, participaram da 1ª coleta de dados, continuaram participando da pesquisa nos anos subsequentes (2014 e 2015), sendo acompanhadas ao longo de sua formação no Ensino Médio. Para tanto, em 2014, os estudantes foram procurados com base no TCLE e convidados a responder um questionário socioeconômico (Apêndice D) e participar de oficinas didáticas (Apêndice E). Após a realização da última oficina didática houve uma 2ª coleta de dados através do instrumento que consta no Apêndice F. Em 2015 foi feita a terceira e última coleta de dados com esses discentes cujo instrumento utilizado consta no Apêndice G.

Docentes de Biologia também participaram da pesquisa. Para obter informações sobre a formação, qualificação, materiais e/ou estratégias, desafios encontrados por professores das turmas pesquisadas foi elaborado um roteiro de entrevista que se encontra no Apêndice C.

Em todas as etapas da pesquisa foi entregue o TCLE aos sujeitos pesquisados e, somente mediante a assinatura os dados foram contabilizados.

Os dados obtidos através dos instrumentos desta pesquisa foram organizados de acordo com a proposta metodológica de Fontoura (2011), digitados em planilhas em formato *Microsoft Office Excel* e transformados em Gráficos, Quadros, Tabelas, Figuras ou inseridos diretamente no corpo do texto e são apresentados e discutidos no Capítulo 5.

---

<sup>10</sup> As turmas de 3º ano do EM que participaram da pesquisa em 2013, 2014 e em 2015 foram chamadas de turmas aleatórias e não continha alunos participantes das Oficinas. Os resultados encontrados nessas turmas foram incluídos no Capítulo 5.

### 3.4. PLANEJAMENTO E ESTRUTURAÇÃO DAS OFICINAS DIDÁTICAS

O planejamento e a estruturação das oficinas didáticas foram pensados mediante os resultados encontrados na primeira coleta de dados através dos instrumentos que constam nos Apêndices B e C, ou seja, o questionário discente e o roteiro de entrevista com docentes.

A partir dos resultados obtidos no questionário utilizado com discentes em 2013 foi feita a compra dos filmes em casas comerciais (Quadro 3.1) e as respectivas transferências em forma de arquivo para o computador. Posteriormente foram elaborados materiais didáticos e atividades a serem utilizados (as) / realizadas em oficinas.

**Quadro 3.1. Filmes utilizados e informações técnicas pertinentes**

<b>Filmes</b>	<b>X-Men Primeira Classe</b>	<b>X-Men Origens: Wolverine</b>	<b>O Incrível Hulk</b>	<b>O Espetacular Homem-Aranha</b>	<b>Quarteto Fantástico</b>
<b>Título Original</b>	<i>X-Men: First Class</i>	<i>X-Men Origins: Wolverine</i>	<i>The Incredible Hulk</i>	<i>The Amazing Spider-Man</i>	<i>Fantastic Four</i>
<b>Direção</b>	Matthew Vaughn	Gavin Hood	Louis Leterrier	Mark Webb	Tim Story
<b>Elenco</b>	James McAvoy, Michael Fassbender, Jennifer Lawrence, Nicholas Hoult, Kevin Bacon	Hugh Jackman, Ryan Reynolds, Liev Schreiber, Troye Sivan, Lynn Collins	Edward Norton, Liv Tyler, Lou Ferrigno, Tim Roth, William Hurt	Andrew Garfield, Emma Stone, Stan Lee, Rhys Ifans, Kelsey Chow	Jessica Alba, Chris Evans, Ioan Gruffudd, Michael Chiklis, Julian McMahon
<b>Estreia no Brasil</b>	03/06/2011	30/04/2009	13/06/2008	06/07/2012	08/07/2005
<b>Duração</b>	131min	107min	112min	136min	106min

Fonte: <https://filmow.com/filmes>

Em geral as atividades incluíram a exibição e a discussão de cenas fílmicas recortadas (editadas) em pequenos trechos em tom dialógico com os estudantes.

O recorte das cenas fílmicas (edição) foi embasado na pesquisa realizada por Machado e Meirelles (2012) sobre “O uso do vídeo como ferramenta no ensino de genética” com algumas adaptações. Para os recortes, edições e conversões das cenas foram utilizados os softwares gratuitos *Free Vídeo Editor* v. 1.4.3 build 806, *Freemake Vídeo Converter* 4.1.4.4 e *FormatFactory* 2.20. Os dois primeiros softwares foram utilizados para recorte e edição das cenas e o *FormatFactory*, para conversão dos arquivos.

Todos os softwares supracitados foram baixados num computador com Sistema Operacional *Windows Vista Home Premium*. Os *softwares* foram previamente instalados, os filmes carregados e recortadas as cenas de interesse. Posteriormente foram editadas e convertidas em arquivos de *Windows Media Vídeo* (wmv) para minimizar possíveis problemas no momento das oficinas. As cenas foram inseridas em apresentações de slides utilizando o *Microsoft Office PowerPoint* (Apêndice E).

Devido às muitas imbricações do tema Genoma com a Biologia, as oficinas foram organizadas em Blocos Temáticos relacionando conteúdos presentes no currículo escolar com algumas cenas apresentadas em filmes de Ficção Científica<sup>11</sup>.

As oficinas foram organizadas em três Blocos Temáticos, a saber:

Para a realização do Bloco Temático 1, intitulado “Genoma e Saúde” foram confeccionados os materiais didáticos que se encontram no Apêndice E1. Dentre os materiais estão slides, cenas editadas, figuras diversas sobre o tema e reportagens afins. Os conteúdos abordados nesse Bloco foram: fisiologia, radiação, mutação biológica, câncer, drogas, promoção da saúde, qualidade de vida, heterocromia.

O percurso metodológico foi baseado em discussões, exibição de cenas editadas dos filmes e atividade prática em grupos.

Para a realização do Bloco Temático 2, intitulado “Genoma e Biociências” foram elaborados os materiais que constam no Apêndice E2. Imagens e atividades que compuseram esse Bloco buscaram relacionar o tema Genoma em suas interfaces com conteúdos tradicionais das aulas de Biociências, como: Biodiversidade, Evolução (Neodarwinismo, Adaptação) e Genética. Utilizando o mesmo princípio do primeiro Bloco Temático, dentre os slides com imagens estáticas também foram inseridas cenas previamente recortadas que foram exibidas e discutidas com os estudantes.

Para a realização do terceiro e último Bloco Temático, intitulado “Genoma e Biotecnologia” foram confeccionados os materiais didáticos que se encontram no Apêndice E3. Nesse Bloco, foi dada ênfase aos temas: Biotecnologia e manipulação do material genético e discussões sobre testes genéticos, clonagem, transgenia, biotoxinas e bioética.

Uma semana após o término do terceiro Bloco Temático foi feita uma segunda coleta de dados com os estudantes participantes das oficinas utilizando o material que se encontra no

---

<sup>11</sup> A seleção do Gênero fílmico e dos filmes também foi feita a partir dos resultados encontrados na 1ª coleta de dados com discentes através do questionário supracitado.

Apêndice F. Dez meses após a segunda coleta, foi feita a última coleta de dados com os esses estudantes através do material que consta no Apêndice G.

A seguir será apresentado o levantamento bibliográfico que, juntamente com a fundamentação teórica, auxiliou a análise dos resultados encontrados.

## **4. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO**

### **4.1. BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO FORMAL NO BRASIL**

A educação pode ser entendida como um conjunto de aprendizados que se configuram dentro e fora da escola na formação humana (FERREIRA, 2012), podendo ser definida de acordo com o contexto em que se estabelece como: Educação Formal, Educação Informal e Educação Não-formal<sup>12</sup>. A Educação Formal, definida por Bianconi e Caruso (2005) como aquela em que ocorre o ensino sistematizado, cronológico e hierarquizado, tem sua trajetória no Brasil marcada por influências europeias, porém, com peculiaridades nacionais muito interessantes (BELLO, 2001).

Segundo Saviani (2008), o período que marca o início da Educação Formal no Brasil data de 1549, quando foi edificada em Salvador, a primeira escola elementar tendo como professor o irmão Vicente Rodrigues. Passados vinte e um anos da chegada dos jesuítas ao Brasil, haviam sido criadas outras cinco escolas de instrução elementar em outras localidades como Ilhéus, Porto Seguro, São Vicente, Espírito Santo e São Paulo de Piratininga e três Colégios, um no Rio de Janeiro, outro em Pernambuco e um na Bahia (BELLO, 2001, p. 3). Os jesuítas permaneceram no Brasil por 210 anos e fundaram muitas outras Escolas de Primeiras Letras, Colégios e Seminários até serem expulsos pelo Marquês de Pombal pelo fato de seus interesses não se harmonizarem aos interesses da Corte (BELLO, 2001).

No período do Brasil Colônia o ensino destinado aos pobres e/ou nativos era diferenciado. A esses eram oferecidas as casas de ler, escrever e contar, semelhante a um ensino primário rudimentar improvisadas no meio rural e de forma itinerante, nas Casas da Companhia de Jesus ou em aldeias. Nesse lugar, os filhos de colonos portugueses e índios catequizados aprendiam o essencial para exercer o trabalho braçal (FERREIRA, 2012, p.21).

Já a educação destinada aos meninos brancos era oferecida em “Colégios” e primava por um ensino mediano com a oferta dos cursos de letras (latim e gramática) e filosofia (ciências ou artes) em nível secundário (BELLO, 2001). Esses alunos eram preparados para

---

<sup>12</sup> Definição dos tipos de educação. Disponível em [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/jornalPDF/ju367pag12.pdf](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju367pag12.pdf)

[http://www.virtual.ufc.br/solar/aula\\_link/llpt/A\\_a\\_H/estrutura\\_politica\\_gestao\\_organizacional/aula\\_01/imagens/01/Educacao\\_Formal\\_Nao\\_Formal\\_2005.pdf](http://www.virtual.ufc.br/solar/aula_link/llpt/A_a_H/estrutura_politica_gestao_organizacional/aula_01/imagens/01/Educacao_Formal_Nao_Formal_2005.pdf)

compor a elite colonial e, quando chegavam ao nível superior de ensino, eram encaminhados às faculdades europeias (FERREIRA, 2012).

Com a expulsão dos jesuítas no século XVIII, a educação brasileira passou por um período de mudança, que buscou romper com um ensino religioso, objetivando um ensino laico para reerguer o Estado (BELLO, 2001). Com essa ruptura, o Marquês de Pombal instaurou as aulas régias, marcando o segundo período da educação no Brasil (SAVIANI, 2007). De acordo com esse autor, as aulas régias foram “*uma primeira tentativa de se instaurar uma escola pública estatal inspirada nas ideias iluministas segundo a estratégia do despotismo esclarecido*”<sup>13</sup>. As aulas régias eram ministradas por um único professor, de forma isolada e desarticulada com outros saberes (SAVIANI, 2007, p.108). Os conteúdos ministrados centravam-se no ensino do Grego, do Latim e Retórica (arte da oratória, do falar bem). Vendo Pombal que as aulas régias não estavam alcançando os objetivos por ele traçados, instaurou, em 1772, o “subsídio literário” para manter o Ensino Primário e Médio (BELLO, 2001). Esse subsídio era uma taxa cobrada sobre alguns artigos alimentícios que seria repassada ao ensino. Vale dizer que os professores nessa época não tinham formação para o ofício e atuavam por indicação de bispos, recebendo esporadicamente esse subsídio (*op.cit.*, 2001).

Ferreira (2012) acrescenta que:

*“A criação de espaços educativos, adequados às necessidades do Império e de sua colônia, caracteriza os sujeitos na sociedade. O surgimento de escolas que possibilitavam à burguesia uma nova relação no contexto social ocasiona o seu afastamento do grupo considerado nativo brasileiro”* (FERREIRA, 2012, p.24).

De acordo com Bello (2001), “*até o princípio do século XIX a educação brasileira estava reduzida a praticamente nada*” e se encontrava aquém de muitas nações, inclusive algumas situadas na América Latina.

Alguns autores enfatizam que a vinda da Família Real para o Brasil trouxe uma nova configuração para a educação brasileira apesar da exclusão dos índios, dos negros e de grande parte das mulheres à educação (PAIVA, 2003; BELLO, 2001).

---

<sup>13</sup> Despotismo esclarecido: forma de governo adotada pelos Reis, no século XVIII, centrada em sua autoridade sendo o povo submisso ao poder central. Disponível em <http://www.infoescola.com/historia/despotismo-esclarecido>.

Vale lembrar que no período de D. João VI, houve algumas iniciativas educacionais como a criação das academias militares, escolas de Direito e Medicina e Jardins Botânicos, mas a primeira universidade criada no Brasil data de 1934, em São Paulo.

Com a Proclamação da Independência, foi criada a Primeira Constituição Brasileira, em 25 de março de 1824, outorgada por D. Pedro I, dizendo no Artigo 179, que a *“instrução primária é gratuita para todos os cidadãos”* (FERREIRA, 2012, p. 25; BELLO, 2001, p. 5:). Em 1826 foram decretados quatro graus de instrução no Brasil: as Escolas Primárias, Liceus, Ginásios e Academias propondo ainda escolas para meninas. Os Liceus eram voltados à formação profissional na agricultura, arte e comércio, incorporavam o 2º grau e, inicialmente, não eram subsidiados pelo Estado (SAVIANI, 2007).

Passados dez anos da Primeira Constituição, a educação previu em Ato Adicional que as províncias fossem responsáveis pelo Ensino Secundário, mas *“até a Proclamação da República, em 1889 praticamente nada tinha sido feito de concreto pela educação brasileira”* (BELLO, 2001, p. 6; SILVA; TRIVELATO, 2000).

Chizzotti (2005) comenta que alguns espaços educacionais marginalizados foram destinados aos pobres ao longo da história da sociedade brasileira, alcançando o período republicano. Ainda no que diz respeito a educação dos pobres no Brasil, Fonseca (2002) coloca que a educação dos negros, a partir da Lei do ventre livre continuou sendo marginalizada. Havia exigência de certa escolarização para o trabalho para o Estado, no entanto, a formação dada era para a atuação na agricultura, ou seja, a *“hierarquia fenotípica”* construída ao longo do período escravocrata permanecia (FONSECA, 2002, p. 59-108).

No decorrer do tempo o Estado criou alguns “espaços” com o intuito de retirar os jovens pobres da marginalidade que, nas palavras de Ferreira, foram naquele momento *“a melhor opção para os jovens, uma vez que representavam uma das raras opções de ascensão social (...). Estar em uma instituição assim era a possibilidade de a juventude não recair na criminalidade”* (FERREIRA, 2012, p. 31). Mas ainda que o Estado tenha projetado um ensino laico e disciplinar para esses jovens, no início do século XX, muitos alunos saíam dessas instituições, semianalfabetos (SANTOS, 2007).

Em retrospectiva, os jesuítas foram expulsos do país por volta de 1759 e, nessa época apenas 0,1% da população tinha acesso ao ensino, sendo excluídos negros livres, pardos, filhos bastardos, mulheres e crianças abandonadas. O número de analfabetos ao final de 1920 era de 65% da população brasileira (SAVIANI, 2008).

Nos primeiros anos da Primeira República no Brasil, poucos avanços na educação formal aconteceram, e o acesso à escola permanecia elitizado, objetivando preencher o quadro

político e econômico do país com uma pequena parcela seleta da sociedade (NOSELLA, 1998).

Kuenzer (2007) comenta que, em 1909 a escola pública brasileira era precária, seletista e o problema da evasão era uma constante. No caso da escola de Aprendizes e Artífices, apenas alunos de 10 a 13 anos de idade e “desvalidos de fortuna” tinham acesso.

Após 1930, o processo de industrialização promoveu uma nova configuração na educação brasileira. O número de alunos matriculados nas escolas recrudesciu significativamente, passando de 2.107.617 para 35.792.554 até 1998 (SAVIANI, 2008). Já o número de alunos matriculados no Ensino Médio saltou de 108.305 para 6.968.531 na comparação desse mesmo período. No Ensino Superior também houve um aumento significativo de matrículas (*op. cit.*, 2008).

A partir de 1930 a educação se reconfigura com a criação do Ministério da Educação e da Saúde e vários Decretos de organização do ensino superior (Decreto n. 19.851), do ensino secundário (Decreto n.19.890) e também da regulamentação do ensino comercial (Decreto n. 20.158) (BOUTIN; SILVA, 2015).

A Reforma de Capanema de 1942 e 1943 resultou na criação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), reestruturando a Educação Regular em dois níveis: o Básico e o Superior (SAVIANI, 2008). Apesar dessa reestruturação, Kuenzer comenta que a educação brasileira sempre foi dual, com objetivos de ensino distintos para a elite e para a classe trabalhadora e o ensino científico e humanizado ficaria restrito à primeira classe (KUENZER, 2007).

A primeira Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da educação brasileira foi estabelecida após 1961, no período denominado por Saviani (2005) como o sexto na história da educação brasileira. Dez anos depois foi criada uma nova versão desta Lei a qual perdurou até a promulgação da mais recente, em 1996, quando foram publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Fundamental e, em 2002 para o Ensino Médio (BRASIL, 1996; 1998; 2000; 2002).

O contexto social, político e econômico em que foram publicados os PCNs no Brasil retratam, de acordo com Pablo Gentili (2009; 1998) a aporia cidadão/consumidor com fortes reflexos do Neoliberalismo que marcou a década de 1990. Para Nunes (2012), as políticas neoliberais que imperaram nesse contexto, “*converteram a educação, direito social, em mercadoria, pois os principais objetivos passaram a ser a produtividade e a competência*”, cabendo aos docentes, apenas a execução de métodos educativos predeterminados e não a participação na elaboração dos mesmos.

Com os passar dos anos, foram apresentadas novas propostas curriculares que abarcassem não só os avanços científicos e tecnológicos globais, mas o desenvolvimento de competências dos estudantes e sua inserção na sociedade.

A Constituição de 1988, em seu inciso II do Artigo 208 colocava como dever do Estado a gratuidade e a progressiva universalização do Ensino Médio, passando esse nível de escolaridade a ser estatuto de direito de todo cidadão (BRASIL, 2002). Em continuidade, no Artigo 21, a Educação Básica passa a ser composta pela educação infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, sendo este último, capaz de formar o cidadão para a vida pessoal, para a vida social, profissional e prosseguimento aos estudos em nível Superior (Art.22, Lei nº 9.394/96) (BRASIL, 2002).

#### **4.1.1. Educação Pública Estadual no Rio de Janeiro**

De acordo com Veiga (1978), a forma como a sociedade se encontra organizada e o modelo de educação que prevalece num dado momento histórico estabelecem uma estreita relação que não pode ser ignorada quando se objetiva conhecer a evolução de determinada modalidade de ensino.

Sendo o Ensino Médio a etapa final da Educação Básica (BRASIL, 2002), em 1999 foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) o qual foi estruturado em quatro partes: a primeira pelas bases legais do documento (LDB), e as outras três subdivididas em áreas de conhecimentos (LOPES; MACEDO, 2005). Dois anos depois da publicação do primeiro PCNEM foi criado o PCN+ visando complementar o primeiro documento com propostas mais interdisciplinares e contextualizadas na educação, dentre outros aspectos de interesses metodológicos e formativos dos docentes (RICARDO, 2007; BRASIL, 2002).

Documentos disponibilizados no portal do Ministério da Educação e Cultura (MEC) relatam que de 1988 a 1997, o crescimento da demanda por matrículas no Ensino Médio superou 90%. É importante destacar, entretanto, que o índice de escolarização líquida neste nível de ensino, considerada a população de 15 a 17 anos, não ultrapassa 25%, ficando o Brasil em situação de desigualdade em relação a muitos países latino americanos.<sup>14</sup> No mesmo documento *online* podem ser constatados os resultados de pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) que dizem respeito à

---

<sup>14</sup> Dados obtidos no Portal do MEC. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>

avaliação de estudantes matriculados no último ano do Ensino Médio em nove Estados brasileiros, revelando que:

*“(...) 4% dos alunos são originários de famílias com renda mensal de até seis salários mínimos e, na Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, mais de 50% destes têm renda familiar de até três salários mínimos. Essa pesquisa conclui que é possível que parte dos grupos sociais até então excluídos tenham tido oportunidade de continuar os estudos em função do término do Ensino Fundamental, ou que esse mesmo grupo esteja retornando à escola, dada a compreensão sobre a importância da escolaridade, em função das novas exigências do mundo do trabalho”* (<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/epcn.htm>).

Os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em 1998, mostravam que as escolas públicas no Brasil atendiam, naquele período, cerca de 45 milhões de alunos na Educação Básica e Superior<sup>15</sup>. Esta mesma fonte indica que dos 6,9 milhões de alunos matriculados no Ensino Médio, a porcentagem na rede pública chegava, no final da década de 1990, a 82,4% excluindo os alunos matriculados na educação especial e na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Dados do Censo da Educação Básica coletados em 2013 mostraram que no período de 2007 à 2013, haviam pouco mais de oito milhões de alunos matriculados no Ensino Médio em todo Brasil. Em toda a Educação Básica, 36% das matrículas se concentravam, em 2013, na rede estadual de ensino<sup>16</sup>.

Das 6.432.722 escolas localizadas em regiões urbanas e exclusivamente estaduais no Brasil, 1297 ficam no Estado do Rio de Janeiro e contam com aproximadamente 442.171 alunos matriculados<sup>17</sup> ou, segundo os dados disponibilizados pela Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC), 429.014 alunos (Censo 2013)<sup>18</sup>.

---

<sup>15</sup> Informações sobre o quantitativo de estudantes matriculados na rede pública da pré-escola ao nível superior. Disponível em [http://portal.inep.gov.br/rss\\_censo-escolar/-/asset\\_publisher/oV0H/content/id/19910](http://portal.inep.gov.br/rss_censo-escolar/-/asset_publisher/oV0H/content/id/19910)

<sup>16</sup> Número de matrículas em território nacional. Disponíveis em <http://www.moderna.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8A8A833F33698B013F346E30DA7B>  
17

<sup>17</sup> Número de matrículas na rede pública estadual do Rio de Janeiro. Disponíveis em <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>

<sup>18</sup> Dados do censo 2013. Disponíveis em [http://download.rj.gov.br/documentos/10112/157756/DLFE-67622.pdf/Total\\_de\\_Matriculadas\\_2013.pdf](http://download.rj.gov.br/documentos/10112/157756/DLFE-67622.pdf/Total_de_Matriculadas_2013.pdf)

Nascimento (2013a) relata que, em 2013, o Estado do Rio de Janeiro contava com 74 mil professores concursados, um milhão de alunos e 1.310 unidades escolares, estando metade dos discentes concentrados em escolas da Região Metropolitana. O mesmo autor confirma que, embora o número de discentes seja significativo, a carência de docentes e escolas ainda impera na Rede Pública Estadual no Rio de Janeiro, ressaltando que:

*“Os baixos salários, a forte pressão a que é submetido o professor seja pelos alunos, como a falta de respeito; e pela Secretaria de educação, com imposições de avaliações internas e externas; e na precariedade das escolas, com falta de materiais básicos de trabalho, o número de exonerações tem crescido.”*  
(NASCIMENTO, 2013a, p. 89).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são documentos educacionais estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, nº 9 394/96). Esses documentos têm o intuito de orientar os professores na atualização e contextualização dos conteúdos e metodologias que possam salvaguardar uma geração apta ao desenvolvimento da ciência e da cidadania e que abarcam os currículos de base para a Educação Básica (BRASIL, 1996).

A LDB explicita que o Ensino Médio se configura na etapa final da Educação Básica (BRASIL, 1996, Art.36), o que concorre para a construção da identidade do discente. Nesse contexto, significa que:

*“O Ensino Médio precisa possibilitar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar o educando dos instrumentos que o permitam “continuar aprendendo”, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos” (Art.35, incisos I a IV) (BRASIL, 1996, p. 10).*

Diante dos problemas da educação, especialmente na seara da rede pública, algumas propostas e projetos têm sido elaborados. No que tange ao currículo, em 2009, o Governo Federal criou o Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) com o intuito de propor ao Ensino Médio *“um redesenho do currículo e ações de formação continuada de professores”*.

Esse (re)desenho visou, dentre outros fatores, maior flexibilidade e integração do currículo com diversas disciplinas e interfaces entre conhecimentos cotidianos, escolares e científicos.<sup>19</sup>

De acordo com a Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro de 2012, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio servem de base para a proposta feita no ProEMI e foram reafirmadas pelo MEC no Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio, em 2013. O documento prescreve: *“Compreender os sujeitos presentes no Ensino Médio brasileiro e seus direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento integral são aspectos fundamentais para que as escolas redesenhem seus currículos”*<sup>20</sup>.

Dentre as perspectivas atuais para o Ensino Médio está a proposta do currículo integrado, a participação ativa dos discentes no processo educativo com a formação de cidadãos capazes de questionar e conectar diversas informações (BRASIL, 2002). Uma das linhas de pesquisa da atualidade que segue essa perspectiva é a da aprendizagem baseada em problemas, como uma metodologia “ativa” e integradora para esse segmento de ensino (CARRIÓ *et al.*, 2011; CARRERA; TELLEZ; D’OTTAVIO, 2003).

#### **4.1.2. Breve relato da Biologia enquanto Disciplina Escolar**

O termo Biologia (do grego βίος - bios = vida e λογος - logos = estudo) foi publicado pela primeira vez em 1802, na capa de um livro escrito por Gottfried R. Treviranus, sendo sinônimo de Filosofia da Vida Natural (ARAÚJO; MENEZES; COSTA, 2012). O estudo dos seres vivos está presente antes do século XVIII, porém, o estudo da vida como processo único, caracterizou a gênese da Biologia como uma ciência específica (MAYR, 1982).

No Brasil, na transição dos séculos XIX / XX a Biologia foi institucionalizada como disciplina educacional. Há relatos que datam a Biologia como uma nova área de conhecimento científico em 1890, como diz Viviani (2010):

*“Com o advento da República, foi nomeado o governador Prudente de Moraes que indicou, mediante a sugestão de Rangel Pestana, o Dr. Caetano de Campos para a direção da Escola Normal de São Paulo. A reforma educacional por ele encaminhada em 1890 criou cadeiras referentes a várias áreas do conhecimento,*

---

<sup>19</sup> Propostas do Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI): Disponível em: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)

<sup>20</sup> Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15134&Itemid=1071](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15134&Itemid=1071)

*inclusive, uma nova cadeira na área científica, Biologia, a primeira relacionada exclusivamente aos conhecimentos biológicos.*” (VIVIANI, 2010, p.88).

Segundo Metelski (2013), nos cursos de Pedagogia (Curso Normal) a chamada Biologia Educacional *era entendida como “mera Biologia a serviço da Educação”*, pois tinha como objetivo dar suporte a outras disciplinas sociais. Com o Decreto-lei 1190, de 1962, a Biologia enquanto disciplina escolar teve seu objetivo um pouco mais ampliado, estendendo-se para além das questões psicológicas e sociológicas às questões de higiene e saúde (METELSKI, 2013).

Apenas em 1931 é que a Biologia se concretiza como disciplina escolar abarcando conteúdos como Origem da vida e Evolução. Essa concretização teve sua gênese no Instituto de Educação do Rio de Janeiro e, posteriormente no Instituto de Educação de São Paulo, só penetrando o Ensino Superior após 1933 (METELSKI, 2013).

Na segunda metade do século XX, com a expansão do conhecimento científico, sobretudo na Biologia Molecular, temas voltados a genética, citologia, biotecnologia passaram a fazer parte do currículo escolar obrigatório (BRASIL, 2002). No entanto, desde o final do século XIX até os tempos atuais, há pesquisadores da área de ensino de ciências e Biologia que concordam que há um excesso de conteúdo de Biologia e que isso deveria ser revisto (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2011).

Em literatura da área é possível encontrar autores que, embasados no construtivismo, delimitam temas centrais para a Biologia contemporânea. Para Gagliardi (1986) importa que os alunos compreendam os temas centrais ou estruturantes para ter uma noção substantiva e significativa dos principais processos biológicos. Embasado nas teorias dos sistemas hierárquicos de restrições múltiplas segundo Howard Pattee (1973) e dos sistemas autopoieticos segundo Maturana e Varela (1980), Gagliardi defende que os conceitos biológicos têm significados quando compreendidos em conjunto, não isoladamente (GAGLIARDI, 1986, p. 31).

Coadunando com Gagliardi, Scheiner (2010) propõe uma “teoria da Biologia”, enfatizando que cinco sub-teorias poderiam resumir bem os temas centrais desta disciplina, a saber: Teoria celular, Teoria dos organismos, Genética, Ecologia e Teoria evolutiva.

Basicamente, teóricos como Jacob e Mayr entendem que a Biologia pode ser pensada de duas formas: a Biologia Evolutiva e a Biologia Funcional e dentro dessa perspectivas, selecionar, de acordo com alguns outros autores, os conceitos estruturantes desde que os

estudantes “aprendam a aprender” Biologia começando pela reestruturação (ou diminuição) dos conteúdos curriculares desta disciplina (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2011).

Atualmente, no ensino público estadual do Rio de Janeiro, os conteúdos biológicos entendidos como essenciais no Ensino Médio estão aglutinados no formato de currículo básico, denominado no Estado do Rio de Janeiro, de Currículo Mínimo, como tratará o próximo subitem.

#### **4.1.3. Currículo Mínimo de Biologia: Interfaces com Genoma**

A genética se categorizou como um ramo da Biologia em 1905 quando o termo *genno* (do grego=fazer nascer) foi usado por William Bateson (ROSÁRIO, 2016). Com a publicação do modelo tridimensional do DNA em 1950, nas décadas subsequentes todas as esferas da sociedade passaram a receber com mais frequência informações sobre o genoma, chamado por alguns autores de “*Livro da vida*”, “*O Santo Graal*”, “*Código dos Códigos*”, “*Manual do Homem*” (ZATZ, 2011; BARNI, 2010).

Ao longo do século XX, temas ligados à Nova Biologia<sup>21</sup> adentraram especialmente o currículo de Biologia no Ensino Médio pelas interfaces que apresentam com o ser humano no âmbito biológico e social (XAVIER; SÁ FREIRE; MORAES, 2006; LORETO; SEPEL, 2003).

Por ser reconhecida como núcleo do ensino Biologia, a genética fornece um conjunto de conhecimentos que facilitam a compreensão de diversos temas ligados à vida (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; TSUI; TREAGUST, 2004). Esse campo abarca ainda conhecimentos ligados a questões morais, de saúde, de tecnologia e da educação (TEMP, 2011). Atualmente, o ensino de Genética nas escolas é dividido em Genética Clássica e Genética Molecular (BRANDÃO; FERREIRA, 2009), cabendo a esta última os conhecimentos atuais sobre o material genético e biotecnologias.

Ayuso e Banet (2002) comentam que os estudantes precisam saber alguns conceitos em genética, como, por exemplo, o que são cromossomos, a localização, o que são mutações, como ocorre a hereditariedade, dentre outros conceitos no Ensino Médio. Afinal, diante das perspectivas da ciência para o século XXI, a escola precisa atuar como um meio de

---

<sup>21</sup> Loreto e Sepel, 2003, p. 151 chamam as integrações entre as novas tecnologias do DNA (biotecnologias) e a Biologia Molecular de “*Nova Biologia*”.

contribuição à sociedade por conceder acesso gratuito ao conhecimento sistematizado e condições de aperfeiçoamento das potencialidades intelectuais.

Desde 2012 a Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC) disponibiliza a versão *online* do Currículo Mínimo por disciplina para domínio público e orientação dos docentes. Nesse documento consta que a base teórica que estruturou o currículo foi em David Ausubel e Lev Vygotsky.<sup>22</sup> O Currículo Mínimo apresenta uma série de conteúdos a serem ministrados pelo professor em determinado ano letivo e destaca os conteúdos essenciais, os quais devem estar, obrigatoriamente, no planejamento do curso.

No Currículo Mínimo o tema central a ser estudado bimestralmente é chamado “Eixo Temático” e os objetivos a serem alcançados pelos estudantes são denominados “Habilidades e Competências”. Portanto, o professor deve abordar os seguintes temas ao longo do curso de Biologia no que diz respeito ao 1º Ano do Ensino Médio regular: A origem da vida; A transmissão da vida; A evolução das espécies e a Diversidade dos seres vivos, almejando que os estudantes desenvolvam as seguintes habilidades e competências:

- Identifiquem os mecanismos de transmissão da vida (reprodução sexuada e hereditariedade), identidade e diversidade dos seres vivos.
- Relacionem a síntese de proteínas à ação dos genes, identificando, de modo geral, como ocorre a regulação da expressão gênica.
- Correlacionem os temas: genética, evolução e manutenção da vida na Terra.
- Associem os processos genéticos à grande diversidade de espécies no planeta, dentre outros.

Dentre os Eixos Temáticos para o 2º Ano, estão: As transformações essenciais à vida, A manutenção dos sistemas multicelulares e as doenças e Promoção da saúde. Entre as habilidades e competências estão:

- Reconhecer a existência de diferentes tipos de células, identificando a formação, organização e funcionamento de cada uma delas, diferenciando, de modo geral, seus mecanismos bioquímicos e biofísicos.
- Relacionar a fisiologia dos organismos às doenças e promoção da saúde.
- Distinguir, entre as principais doenças, as que são provocadas por toxinas ambientais.

---

<sup>22</sup> Embasamento teórico do Currículo Mínimo. Disponível em <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>

- Reconhecer, através de análise de dados, as principais doenças que atingem a população brasileira, correlacionando-as ao ambiente e à qualidade de vida, indicando suas medidas profiláticas.
- Elaborar propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de responsabilidade individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva biológica e social.

Para o Terceiro Ano, último da Educação Básica, o documento prevê como Eixos Temáticos os seguintes assuntos: Humanidade e Ambiente / Ecossistemas e Biotecnologia, esperando-se desenvolver nos estudantes as habilidades e competências de:

- Identificar critérios utilizados como indicadores sociais e de desenvolvimento humano e analisar de forma crítica as consequências do avanço tecnológico sobre o ambiente;
- Analisar perturbações ambientais, identificando agentes causadores e seus efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais;
- Reconhecer a importância do fluxo de energia para a vida e a ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesse processo, indicando mecanismos de obtenção, transformação e utilização de energia pelos seres vivos, considerando aspectos biológicos, físicos ou químicos;
- Conhecer a natureza dos projetos genomas, em especial aqueles existentes no Brasil, e sua importância para o homem e o ambiente;
- Perceber a importância da ética na utilização de informações genéticas na promoção da saúde humana;
- Identificar as técnicas moleculares utilizadas na detecção e tratamento de doenças, assim como os testes de DNA, sua importância e abrangência e os custos envolvidos;
- Avaliar os aspectos éticos da Biotecnologia, reconhecendo seus benefícios e limitações.

Cientificamente, conhecimentos sobre o genoma se encontram ligados às competências e habilidades a serem desenvolvidas em Eixos Temáticos do ensino de Biologia nas três séries do Ensino Médio regular, ou seja, ao longo da formação do estudante. Dentre eles, podem-se destacar temas centrais à Biologia como aqueles que abarcam a origem da vida e sua manutenção, evolução, biodiversidade, classificação das espécies, processos biotecnológicos, além de aspectos que envolvem temas transversais, comuns a todas as disciplinas, como ética, saúde e ambiente.

Como diversos outros temas ligados ao desenvolvimento científico, com a genética não foi diferente: as esferas econômicas, políticas e sociais passaram a acarretar transformações a partir desses conhecimentos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009). Há autores que concordam que “*os conhecimentos em genética geraram um grande desafio e uma grande responsabilidade na formação básica, pois o domínio desses conhecimentos é essencial para a compreensão do mundo, dos limites e possibilidades da ciência*”<sup>23</sup>.

No entanto, um grande desafio está na formação continuada dos docentes, que precisa visar a atualização diante desses novos conceitos científicos para a integração com os demais conteúdos em sala de aula (KRASILCHICK, 2004).

Sem desconhecer outras necessidades e dificuldades da Educação Formal no Brasil, a escola precisa introduzir novos conhecimentos aos tradicionais, adequando-se à realidade (INOCÊNCIO *et al.*, 2001) e permitir uma transposição do documento (currículo) para a realidade dos alunos. De 2014 a 2016 o Currículo Mínimo designado pela SEEDUC manteve a mesma base de conteúdos para as três séries que compõem o Ensino Médio regular, o que denota relevância do aprendizado desses conteúdos científicos para esse nível de escolaridade básica.

#### **4.1.4. Pesquisas em Ensino de Genética**

O direito à educação se encontra na Constituição brasileira como aqueles vinculados à dignidade humana<sup>24</sup> e a educação científica, como essencial ao exercício da cidadania (BRASIL, 1996; 1998; 2002). No entanto, muitas dificuldades são encontradas por professores e alunos em compreender os conceitos e avanços dessa ciência, o que tem sido evidenciado em diversas pesquisas nacionais (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005; JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000) e internacionais (KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; ANDO *et al.*, 2008; TEMELLI, 2006; ; KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; LEWIS; KATTMANN, 2004; TEKKA YA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001; BANET; AYUSO, 2000; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999; WOOD-ROBINSON *et al.*, 1998).

No Brasil, pesquisas realizadas com estudantes dos anos finais da Educação Básica e do Ensino Superior apontam que os conceitos básicos não são bem compreendidos pelos

---

<sup>23</sup> Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1041-4.pdf>

<sup>24</sup> Disponível em: [www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/RFD/article/viewFile/464/460](http://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/RFD/article/viewFile/464/460)

estudantes (INFANTE-MALACHIAS *et al.*, 2010; PEDRANCINI *et al.*, 2008; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005). Pesquisas realizadas anteriormente pela autora também mostram que concepções prévias de estudantes da Educação Básica sobre temas em genética são embasadas, sobretudo, em personagens da Ficção Científica e desconexas dos conteúdos escolares e científicos (NASCIMENTO; MEIRELLES, 2012).

Outras pesquisas realizadas em território Nacional (no Recife, João Pessoa, Rio Grande do Sul entre outros) também mostram resultados semelhantes. Estudantes do Ensino Médio não compreendem conceitos da genética clássica como: gene, cromossomos, alelos e tampouco da genética molecular, neles incutidos os avanços biotecnológicos (MOURA *et al.*, 2013). Ainda no que diz respeito aos estudantes, Knippels, Waarlo e Boersma verificaram no ano 2005, que as maiores dificuldades de compreensão de conteúdos giram em torno da Biologia molecular e biotecnologias. Pesquisa publicada recentemente por Rosário (2016) fala que *“No Brasil, atualmente as inovações científicas fazem parte dos currículos escolares das escolas públicas, mas grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de biologia, com destaque aos conteúdos de genética.”* (ROSÁRIO, 2016, p. 7).

No âmbito internacional é possível notar que os resultados das pesquisas em ensino de genética não são muito diferentes dos encontrados no Brasil. Pesquisa feita com estudantes escoceses matriculados no 1º Ano da graduação em Biologia buscava identificar quais temas em Biologia eram os mais difíceis no ponto de vista dos estudantes. Os resultados mostraram que dentre os 36 temas listados pelos pesquisadores, os seis mais citados pelos estudantes estavam relacionados à genética (BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999). Interessante notar que tal artigo foi proposto para reavaliar se, passados 15 anos de uma investigação similar nesse mesmo país, os resultados seriam os mesmos. Esses resultados confirmaram que as dificuldades dos alunos escoceses, em genética, não são recentes. Os autores relatam que essas dificuldades específicas em genética devem-se ao fato dos conceitos perpassarem a compreensão do macro (tangível) ao abstrato (micro, submicro ou molecular), sendo representados ainda por símbolos, que, muitas vezes, envolvem números.

Na Turquia, pesquisa realizada com estudantes da Educação Básica mostrou resultados semelhantes. Dentre cinco temas biológicos previamente listados como mais difíceis da Biologia, os três mais citados pelos estudantes também eram ligados à genética. Como justificativa, alegaram a falta de recursos didáticos, pouco tempo de aula disponibilizado para esta disciplina e terminologias específicas em genética (TEKKA YA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001). Um estudo mais recente realizado também na Turquia revelou que estudantes

concluem o Ensino Médio compreendendo muito pouco os assuntos em genética e há poucas pesquisas nesse campo (TEMELLI, 2006).

No Japão, foi feita uma pesquisa com estudantes de graduação na área biomédica sobre a compreensão do tema mutação biológica. Tal estudo revelou que esse conceito não tinha sido assimilado corretamente pelos alunos e que essa incompreensão poderia exercer influências negativas na forma com que esses profissionais poderiam lidar com pacientes síndrômicos e suas famílias, em questões éticas. Esse artigo é finalizado enfatizando as significativas relações do projeto genoma com a saúde humana, sendo indiscutível a importância da abordagem do conceito de mutação na educação neste século (ANDO *et al.*, 2008).

Como a genética desempenha um papel central na Biologia, Murray-Nseula (2011) enfatiza que há necessidade de reformas no ensino dessa disciplina, com a recomendação de inclusão de estratégias/recursos didáticos que visem à integração de conceitos (BANET; AYUSO, 2000; 1995) e discussões que abarquem questões sociais vividas pelos alunos (MURRAY-NSEULA, 2011). Afinal, *“o ensino de genética é um dos tópicos mais investigados devido aos novos conhecimentos gerados, suas aplicações sociais e importância de sua base conceitual na Biologia”* (KLAUTAU-GUIMARÃES; PEDREIRA; OLIVEIRA, 2013). Rosário (2016, p. 16) comenta que *“temas polêmicos ligados à pesquisa genômica como clonagem, transgênicos, uso de células-tronco estão dentro e fora da escola”*, adentram as esferas sociais, políticas, econômicas e precisam ser conhecidos pela sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Na tentativa de facilitar a compreensão dos estudantes no que diz respeito a esses temas, pesquisadores têm buscado utilizar diversos recursos didáticos direcionados aos estudantes como, por exemplo, modelos didáticos, jogos e diversas atividades lúdicas (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; GOLDBACH *et al.*, 2014).

No que diz respeito aos docentes de Biologia, os conteúdos que apresentam maior grau de dificuldade de compreensão e ensino também são os que adentram o campo da genética e biotecnologias afins (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000; BANET; AYUSO, 2000; 1995). Complementando esses estudos, algumas pesquisas também têm voltado o olhar para a formação docente, apontando como problemática não só a atuação acadêmica, mas as condições de trabalho no que tange ao tempo de preparo das aulas, atualização, materiais didáticos de apoio, publicações, dentre outras (GÓES; OLIVEIRA, 2014; MOURA *et al.*, 2013; SILVA; MORAIS; CUNHA, 2011; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011).

## 4.2. BREVE HISTÓRICO DA BIOLOGIA MOLECULAR E A DESCOBERTA DO GENOMA

A Biologia Molecular é um dos ramos mais recentes da Biologia, o qual se dedica ao estudo da vida, em nível molecular. Almeida (2007, p. 554) ressalta que “*a Biologia Molecular é um campo de fusão da Física e da Biologia, em nível molecular, e o nascimento desta ciência ao longo da década de 1940 reposicionou as fronteiras da ciência*”. Importa dizer que os avanços na microscopia contribuíram para o surgimento desse campo que está diretamente relacionado à genética, como por exemplo, estudos sobre o DNA e sua funcionalidade.

Embora o termo “Biologia Molecular” tenha sido proposto em 1938 (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005) é possível perceber na Grécia Antiga, pensamentos afins à história da Biologia Molecular, a saber: Hipócrates imaginava que a “transmissão” de características entre familiares se dava através de algo que denominou “gêmulas ou sementes”, concebendo que estas gêmulas eram partículas do corpo dos pais repassadas aos filhos. A teoria de Hipócrates ficou conhecida como Pangênese e se tornou clássica na abordagem dos primórdios da genética (MARTINS; MARTINS, 2007). Além de Hipócrates, Aristóteles (384-322 a.C) questionou sobre a “hereditariedade”, escrevendo que o sêmen poderia conter algo que conduzisse as semelhanças entre pais e filhos. Aristóteles não coadunava com a ideia da Pangênese, teoria que imperava naquela época. Mas como diz o relato histórico, suas ideias sobre hereditariedade são consideradas atualmente tão relevantes que, basta olhar a história para ver que, por muitos séculos, não houve quem as colocasse em descrédito (MARTINS, 1990a). De certa forma, o pensamento Aristotélico foi corroborado em 1679 por Leeuwenhoek quando descobriu a existência de pequenas estruturas móveis no sêmen, passando pelo pressuposto de homúnculo (Epigênese) e, atualmente, o conceito de célula espermática (MAGNER, 2005).

No decurso do tempo, outros cientistas foram descortinando parte das estruturas e da funcionalidade daquilo que hoje é denominado material genético. Jean-Baptiste Lamarck, Charles Darwin e Gregor Mendel são apenas alguns dos eméritos nomes encontrados tanto na história da Genética como na história da Biologia Molecular.

Dados do século XIX se coadunam com as grandes descobertas da Biologia Molecular no século XX. Na proeminente obra de Charles Darwin, publicada em 1859, são enfocados os princípios da origem das espécies e pressupostos sobre a natureza hereditária da variabilidade.

Quase paralelamente, em 1865, Gregor Mendel dissertou sobre os princípios da hereditariedade em seus estudos que se tornaram, tempos depois, clássicos no estudo de genética (HAUSMANN, 2002). Há autores que cogitam que essa descoberta poderia ter sido antecipada, caso não tivesse havido o descaso com os princípios mendelianos ou Darwin os tivesse conhecido anteriormente (THOMPSON; McINNES; WILLARD, 1991). Esse apontamento pode estar relacionado ainda ao experimento feito pelo o cientista suíço Friedrich Miescher, em 1869, em busca de algo que pudesse trazer cura aos processos infecciosos. No experimento, Miescher retirou amostras purulentas de células que estavam sendo investigadas e as chamou de nucleínas pelo fato de terem sido retiradas de núcleos celulares infectados. Cientistas contemporâneos comentam que o trabalho de Miescher teve pouca repercussão naquela época, mas o que se pode afirmar é que Miescher estava diante de amostras de DNA e que, pelo pensamento focado na fisiologia das infecções, não deu continuidade ao que poderia ser a descoberta científica daquele século. Em meados de 1880 há evidências de que o núcleo celular já era reconhecido pela comunidade científica como sede da hereditariedade e os cromossomos como constituintes do material genético (MAYR, 1998). Entretanto, o que se sabia sobre o assunto até aquele momento era que o DNA poderia estar associado a proteínas, sendo estas as únicas substâncias de complexidade estrutural necessária ao material genético (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005; MAYR, 1998).

Até o final do século XIX, pouco se sabia sobre esse assunto e sua relação com a Biologia Evolutiva (MAYR, 1998). No entanto, a redescoberta dos escritos de Mendel e os legados das Teorias da Origem das Espécies e da Seleção Natural de Darwin se coadunaram com as investigações do geneticista Thomas Hunt Morgan (1866-1945) facilitando a elucidação de importantes conceitos relacionados ao material genético (BOWLER, 2003). A própria adoção de alguns termos básicos em genética, foram cunhados por William Bateson, na transição do século XIX para o século XX (LARSON, 2004; MARTINS, 2002).

Em 1928, Griffith mostrou através de experimentos com bactérias, que *“a informação genética poderia ser transferida”*, chamando-a de *“Princípio Transformador”* (STRATHERN, 2001). Por volta de 1930 já se sabia que todos os animais e vegetais tinham DNA e RNA, o que ainda não se sabia era que papel essas substâncias exerciam dentro das células (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005) e se o *“Princípio Transformador”* era o DNA, as proteínas ou outras substâncias intracelulares.

Pesquisas subsequentes desenvolvidas por Oswald Avery, Colin MacLeod e Maclyn McCarty, na Universidade de Rockefeller, em 1944, levaram à conclusão de que o DNA era o *“Princípio Transformador”* dito por Griffith, *“responsável pela transmissão de*

*características entre os organismos*”. Apesar das evidências mostradas na pesquisa de Avery e colaboradores, somente na década de 1950 é que os resultados de seus trabalhos foram confirmados corretos por meio de outras pesquisas (HAUSMANN, 2002).

De acordo com Thompson, McInnes e Willard (1991) é preciso ressaltar que os trabalhos quase simultâneos de Hugo De Vries (Holanda), de Carl Correns (Alemanha) e Erich Von Tschermak (Áustria) e, sem dúvida a redescoberta dos princípios de Mendel se aquilataram orientando novos rumos à Biologia Molecular e à Genética no século XX.

Em continuidade, a História da Biologia confirma que cientistas de diferentes campos do saber contribuíram para a evolução dos conhecimentos que se têm hoje sobre o material genético. Prova disso são os estudos feitos por Linus Pauling (químico), em 1940, sobre a estrutura do DNA, tendo como resultado a estrutura em alfa-hélice das proteínas e os conhecimentos sobre as bases nitrogenadas, raios-X e a relação com o DNA (ARAÚJO; MENEZES; COSTA, 2012). As bases nitrogenadas haviam sido identificadas por Albrecht Kossel (médico) na virada do século (OLBY, 1994), no entanto, os achados de Erwin Chargaff (bioquímico) sobre o que determinava seu pareamento e a relação com as proporções de Adenina-Timina (A-T) e Citosina-Guanina (C-G) culminaram com a publicação, em 1950 sobre esse tema. Pesquisas feitas por Rosalind Franklin (biofísica) e Maurice Wilkens (biólogo molecular) sobre a cristalografia incluindo o DNA e a proposta do modelo tridimensional do DNA feita por James Watson (zoólogo) e Francis Crick (biólogo molecular, biofísico e neurocientista) complementaram pesquisas anteriores e culminaram na publicação de um modelo tridimensional para a molécula de DNA (ARAÚJO; MENEZES; COSTA, 2012; FERREIRA; WATSON; CRICK, 2004).

Para Meneghini (2003) o termo Biologia Molecular foi sendo gradualmente relacionado a genes a partir das descobertas sobre a estrutura e função do DNA, em 1953, ano em que foi publicada a descrição da molécula de DNA por Watson e Crick (1953) na revista *Nature*. Por essa descoberta, o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina foi dado a esses pesquisadores, em 1962, marcando um dos mais importantes episódios da “Era Genoma” (GÓES; OLIVEIRA, 2014; SCHNEIDER *et al.*, 2011; THOMPSON; McINNES; WILLARD, 1991).

Com a determinação do modelo tridimensional do DNA proposto por Watson e Crick (SCHNEIDER *et al.*, 2011; ANDRADE; CALDEIRA, 2009), não só o material genético foi melhor compreendido como a própria percepção da humanidade frente aos aspectos inerentes à vida também foram mudados (MAGALHÃES, 2009). Atualmente, pode-se dizer que o Ácido Desoxirribonucléico (deoxyribonucleic acid / DNA) “é formado pela ligação

*sequencial de moléculas denominadas nucleotídeos, que são constituídos de uma molécula de fosfato, uma de açúcar e uma base nitrogenada”* (GÓES; OLIVEIRA, 2014, p.562).

A história da Biologia Molecular está diretamente atrelada à descoberta do genoma. Genoma pode ser entendido como o conjunto de genes que compõem um organismo cuja sequência contém o código genético que está presente no núcleo de cada célula eucariótica, ou seja, células cujo núcleo é envolto por carioteca (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013). Em uma das publicações pioneiras sobre esse tema, o genoma humano foi descrito como *“capaz de influenciar profundamente o corpo e o comportamento humano e o estudo do genoma ajudar na compreensão de nossa origem e desenvolvimento enquanto espécie e apontar para novas curas”*<sup>25</sup>.

Segundo Archer (2000), os conhecimentos sobre o genoma humano foram elaborados a partir de técnicas utilizadas em cada período histórico, sendo, até 1960, bem rudimentares e baseadas em investigações sobre doenças hereditárias. No final de 1960 e durante a década de 1970, com base em estudos comparativos de famílias, foi possível criar o primeiro mapa de genes humanos e, posteriormente (década de 1980), fazer análises bioquímicas diretas do DNA. De acordo com Thompson, McInnes e Willard (1991), em meados de 1970, com tecnologias para a análise do DNA, foi possível localizar e identificar genes responsáveis por proteínas humanas essenciais e o campo da genética médica teve grandes progressos (THOMPSON; McINNES; WILLARD, 1991).

De forma mais descritiva, é válido ressaltar que nas décadas de 1960 e 1970 houve a dedução dos nucleotídeos, o uso de enzimas de restrição, a clonagem de genes de plasmídeos bacterianos, a técnica do DNA recombinante, o aprimoramento da técnica de sequenciamento por Maxam e Gilbert (SANGER; NICKLEN; COULSON, 1977). Na década de 1980 houve o primeiro sequenciamento completo de uma organela citoplasmática (SANGER; NICKLEN; COULSON, 1977) e, devido a preocupação com os efeitos da radiação nuclear, os Estados Unidos propuseram o sequenciamento do genoma de trabalhadores que foram acidentalmente expostos. Entre 1983 e 1993 doenças como Granulomatose Crônica e Distrofia Muscular de Duchenne, a Retinoblastia e a Fibrose Cística foram estudadas e, com essas pesquisas, foi possível traçar o perfil da doença e buscar a cura (HAUSMANN, 2002).

Na segunda metade do século XX, com os adventos tecnológicos, sobretudo nas áreas de microscopia e informática foi possível desvendar maiores conhecimentos sobre a

---

<sup>25</sup> Revista *NATURE*, 15 de fevereiro de 2001, vol. 409, p. 745. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6822/full/409745a0.html>. Acessado em 26 de junho de 2014.

funcionalidade do material genético, descortinando fenômenos e possibilidades nunca antes imaginados pela ciência. Há relatos nesse sentido que afirmam que, com a determinação do modelo tridimensional do DNA proposto por Watson e Crick, houve não só a resolução de determinados questionamentos científicos, mas uma nova percepção da humanidade sobre temas inerentes à vida (MAGALHÃES, 2009).

Dentre algumas técnicas conquistadas no campo do Genoma a partir da segunda metade do século XX, estão:

*“Em 1973, a manipulação genética (Organismos Geneticamente Modificados), em 1983, a Reação em Cadeia Polimerase (PCR), daí por diante, a eletroforese, o norther blot e western blot, entre outras, utilizadas para: identificação de espécies, testes de paternidade, uso forense, amniocentese, fertilização in vitro, clonagem, transgenia, terapia com células-tronco, entre outras”* (FERRO, 2010; BURNS; BOTTINO, 1991).

Como em toda disciplina científica, as ideias predominantes e mesmo as questões formuladas são produtos do desenvolvimento histórico (FUTUYMA, 2002). Na história da descoberta do genoma, por exemplo, algumas publicações, como a da dupla hélice do DNA se tornaram episódios marcantes. No entanto, apesar de alguns episódios terem se tornado um “marco” para a história da Biologia, não se pode ignorar a colaboração de diversos pesquisadores de áreas afins (Química, Física, Informática) que, em conjunto, deram o aparato para as pesquisas no campo da Biologia Molecular (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005).

A partir de 1990, os termos “DNA, cromossomos, gene e genoma” se encontravam em quase todas as publicações da Biologia Molecular e da Genética (BERTOLLI FILHO, 2012). Na Revista *Nature*, foram publicados, somente no dia 15 de fevereiro de 2001, mais de 36 artigos sobre o tema genoma, totalizando, em 48 horas, a participação de 249 autores, 20 centros de pesquisa com seis países envolvidos na empreitada do sequenciamento do genoma humano (LEITE, 2007).

Com os avanços biotecnológicos das últimas décadas, os conhecimentos sobre o genoma alcançaram patamares de discussão que adentram o campo da bioética em questionamentos sobre o papel da ciência (LORETO; SEPEL, 2003; VOET *et al.*, 2002) como conhecimentos que revolucionaram a Ciência do século XXI e provocaram uma reconceituação na relação com o corpo e com a vida, através de desdobramentos científicos, sociais e educacionais.

Atualmente a genômica se dedica em decifrar características do conjunto de genes de diferentes espécies de seres vivos, divulgando, por exemplo, o número aproximado de 3,2 bilhões de nucleotídeos presentes no genoma humano, sendo essa sequência 99,9% igual em todos os humanos. Nesse ínterim, algumas sequências ligadas à saúde humana, como a prevalência de disfunções no sistema cardiovascular, hormonal e celular e patologias como diabetes e câncer também têm sido estudadas (THOMPSON; McINNES; WILLARD, 1991).

#### 4.2.1. Perspectivas da Genômica para o Século XXI

A Genômica pode ser definida como a área de conhecimento que se dedica ao estudo da estrutura, da função e das interações do conjunto de genes de um organismo (GOLDENBERG, 2008).

Pesquisas sobre o avanço da Biologia (ALMEIDA, 2007) têm sido divulgadas por diversos meios, em artigos e jornais de domínio público, como a Folha de São Paulo que diz:

*“Nos últimos vinte anos, o prestígio da velha soberana (a Física) foi abalado seriamente pelo crescimento da Biologia, ou mais precisamente, da genética. De 1987 para cá, a massa de doutores em genética cresceu quatro vezes e meia, enquanto a da Física apenas triplicou. Parece que não há mais ciência, só genômica” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2002)<sup>26</sup>.*

O Projeto Genoma Humano (PGH) foi uma das maiores empreitadas científicas conhecidas na história, aquilatando conhecimentos em diversas áreas e sendo divulgado para todos os tipos de público (GÓES; OLIVEIRA, 2014; LEITE, 2007). Por isso, o século XXI é denominado “Era Pós-sequenciamento ou Era Pós-Genômica” (VILLAS-BÔAS; GOMBERT, 2006).

Desde os primeiros conhecimentos sobre hereditariedade até a Era Pós-Genômica, a Biologia Molecular tem dado à genética importantes contribuições (MAYR, 2008) fazendo com que hoje a genética não envolva apenas ciência e técnica, mas dramas humanos, filosóficos, éticos e morais (ZATZ, 2011).

Na trajetória do conhecimento sobre o genoma, muitas perspectivas no âmbito científico, social e educacional têm surgido questionando-se até mesmo a postura positivista da ciência (RAMOS; NEVES; CORAZZA, 2011). Alguns autores (RAMOS; NEVES;

---

<sup>26</sup> <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u5676.shtml>

CORAZZA, 2011; LEITE, 2007) comentam que essa postura da ciência contemporânea em depositar não só financiamentos altíssimos exclusivamente no PGH, mas uma fé salvacionista em seus resultados, pode ter legado certa desilusão na sociedade ao se esperar resultados mais práticos e reais do PGH. Em contrapartida, o PGH coadunou com determinados conceitos já estabelecidos no campo da genética (RAMOS *et al.*, 2012) e também trouxe algumas controvérsias sobre outros conceitos, que até então não haviam sido colocados à prova (KELLER, 2002), contudo, trazendo avanços para a genômica.

A evolução do conhecimento, no entanto, é algo indiscutível no campo do genoma. Conceitos importantes como, por exemplo, a influência do meio sobre o material genético, atualmente, é concebido diferentemente do que se entendia no início da Era genômica. A Era Pós-genômica entende que fatores micro e macroambientais não mudam a disposição do genoma, mas podem atuar nas mudanças de expressões do fenótipo (EL-HANI, 2007; KELLER, 2002).

Por fazer parte da vida das pessoas, assuntos da Era Genômica e Pós-genômica adentram espaços científicos, a educação formal, não-formal e até mesmo a educação informal, definida por Bianconi e Caruso (2005) como o seio familiar, a sociedade, as mídias, que, de forma despretensiosa, comentam o assunto. Como exemplos desses estão: terapias com uso de células-tronco, interferências gênicas, possibilidade de conhecimento sobre predisposição genética de doenças hereditárias, câncer, obesidade, tratamentos de saúde, entre outros (ZATZ, 2011; LEITE, 2007).

No contexto da genômica médica, uma pessoa que pretende fazer “*reprodução assistida, diagnóstico pré-natal, diagnóstico pré-implantação, seleção de embriões*”, terá acesso a informações básicas sobre o genoma humano, porém, esses temas passam despercebidos pela maioria das pessoas (ZATZ, 2011). A autora comenta que mesmo desconhecendo as técnicas envolvidas nos procedimentos biotecnológicos com o uso do Genoma, as pessoas sabem sobre sua importância por meio de filmes, livros, novelas (...) (*op. cit.*, 2011, p. 22).

Na perspectiva da Era Genômica, espera-se que cada indivíduo carregue consigo um “*chip*” contendo a sequência de seu genoma antevendo o desenvolvimento da farmacogenômica<sup>27</sup> e auxiliando com isso, a medicina preventiva (GOLDENBERG, 2008).

---

<sup>27</sup> Estudo da relação dos fármacos com as respostas genéticas de cada indivíduo, ou seja, a relação dos fármacos com o genoma (GOLDENBERG, 2008).

Goldenberg (2008) comenta que não só na área da farmacogenômica, mas também no diagnóstico de doenças e de patógenos, o conhecimento dos genomas exigiria na medicina pós-genômica, *“a redação de um compêndio”*. Dentre os avanços na medicina diagnóstica, podem-se citar os biochips (que são microarranjos de DNA para representação de um genoma) e a técnica de hibridação. A hibridação de ácidos nucleicos marcados com fluoróforos pode mimetizar a expressão gênica de um conjunto de células em determinado período de tempo, facilitando, por exemplo, a prevenção e o tratamento de neoplasias (GOLDENBERG, 2008).

Goldenberg (2008, p.41) ressalta que *“as possibilidades e perspectivas descritas acima estão mais próximas da realidade do que da ficção científica e em um espaço tão curto quanto uma década poderemos estar vivendo o que antevemos”*.

A nutrigenômica é outra área de conhecimento que surgiu no contexto Pós-genômico e enfatiza a relação nutriente-gene para a promoção da saúde e o tratamento eficaz de doenças crônicas como hipertensão, diabetes e câncer (FIALHO; MORENO; ONG, 2008).

Questionamentos relacionados ao o biodireito, a bioética, o preconceito, a disponibilidade e o custo dessa medicina para a população em geral são grandes desafios da Era Pós-Genômica (ZATZ, 2011; GOLDENBERG, 2008). Porém, a Declaração Universal de 1997 feita pela UNESCO sobre o Genoma e os Direitos Humanos respalda nos dois primeiros artigos que, num sentido simbólico, o genoma humano representa um patrimônio da humanidade e que a todo indivíduo, independentemente de seu conjunto genético, é devido o respeito à sua singularidade e diversidade. Nos artigos seguintes (art. 3), dispõe que o genoma humano *“contém potencialidades expressadas de formas diversas conforme o ambiente natural e social de cada indivíduo, incluindo seu estado de saúde, condições de vida, nutrição e educação”* e, (art. 4), que em seu estado natural, o genoma não deve ser objeto de transações financeiras. Complementa que *“Os benefícios dos avanços na biologia, na genética e na medicina, relacionados ao genoma humano, devem ser disponibilizados a todos, com a devida consideração pela dignidade e pelos direitos humanos de cada indivíduo”*<sup>28</sup>.

Diante das expectativas, implicações e direitos relacionados à vida humana fica impossível não ressaltar que as perspectivas do genoma para o século XXI alcançam o campo social e educacional. Hobsbawm (1995) diz que privar a população do acesso aos

---

<sup>28</sup>UNESCO, 1997, art. 12. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001229/122990por.pdf>  
[http://www.dhnet.org.br/direitos/direitosglobais/paradigmas\\_textos/genomahum.html](http://www.dhnet.org.br/direitos/direitosglobais/paradigmas_textos/genomahum.html)

conhecimentos científicos e tecnológicos de seu tempo, é negligenciar o direito à cidadania (HOBSBAWM, 1995). Nesse contexto, estudos têm mostrado que, ao passo que a escola negligencia esses ensinamentos, espaços de educação informal e meios diversos de comunicação se apropriam dessa função, divulgando, cada vez mais, temas ligados ao Genoma Humano (RAMOS *et al.*, 2012; ZATZ, 2011). Uma pesquisa realizada no Canadá, no período de 1995 a 2001, confirmou que, quando comparadas “627 reportagens sobre o genoma humano, apenas 11% das publicações apresentaram exageros sobre o assunto, sendo o restante verídico com as pesquisas atuais” (BUBELA; CAULFIELD, 2004).

A inquietude de Ramos e colaboradores (2012) era saber se entre diferentes profissionais, “o que mais os influenciava na busca e na produção de conhecimentos sobre o genoma era a mídia, o médico ou o professor?” Os resultados da pesquisa apontaram que a Internet e as propagandas eram os meios de informação mais buscados, nesse caso (RAMOS *et al.*, 2012).

Ramos (2012) coloca que, mesmo após a conclusão da Educação Básica, muitas pessoas continuam buscando conhecer a genômica, pois é crescente o número de pesquisas e curiosidades sobre esse tema que pairam na sociedade. O autor ratifica a importância de se formar cidadãos interados com os feitos da ciência contemporânea.

#### **4.3. FERRAMENTAS PARA O ENSINO**

Nas palavras de Fourez (1994), “A educação representa o patrimônio científico-cultural da humanidade que é transmitido a cada geração”, e que pode ser entendida como uma forma de tornar a sociedade menos alheia ao desenvolvimento científico e tecnológico. Ao longo dos tempos a educação tem deixado (ao menos teoricamente) de ser centrada no professor para voltar-se aos diversos saberes trazidos pelos estudantes dentro de seus contextos sociais (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Com isso, nas últimas décadas do século XX e até o momento, muitas inovações pedagógicas têm sido publicadas em artigos, teses, livros, seminários buscando ressaltar o potencial de diversas ferramentas para o ensino.

Num breve levantamento bibliográfico, é possível encontrar, não somente no ensino de Ciências e Biologia, mas em diversas áreas do saber, as seguintes ferramentas:

- Livros didáticos (GARCIA; BIZZO, 2010; NASCIMENTO; MARTINS, 2009; SCHROEDER *et al.*, 2008; MEGID; FRACALANZA, 2006);

- Jogos (FERNANDES *et al.*, 2014; PEREIRA-FERREIRA; MEIRELLES, 2010);
- Experimentos (REGINALDO; SHEID; GÜLLICH, 2012);
- Modelos didáticos (GOLDBACH *et al.*, 2014; NUÑES; LIMA, 2005; KRASILCHICK, 2004; PIETROCOLA, 2001; BRANDÃO; ACEDO, 2000).
- Música (BARROS; ARAÚJO-JORGE, 2013; BARROS; ZANELLA; ARAÚJO-JORGE, 2013; SMOLINSKI, 2011; SILVA; OLIVEIRA, 2009; MOREIRA; MASSARANI, 2007).
- Tecnologias e Mídias diversas (BRITO; STRAUB, 2013; DINIZ; RODRIGUES; DARIDO, 2012; ZEDNIK *et al.*, 2011; PRENSKY, 2010; WEBER; BEHRENS, 2010).

No que diz respeito aos meios de comunicação, Gonçalves et al., (2005) comentam que esses meios têm estabelecido um novo padrão de convivência do ser humano com o ambiente e com as formas de aprender. Para Nunes et al., (2008) a grande circulação de conhecimentos e informações nos últimos anos tornou a prática pedagógica mais que uma transferência de conhecimento para uma interligação de conhecimentos prévios criados pela exposição à mídia e os conteúdos que devem ser aprendidos em sala de aula.

Prensky (2010) ressalta que num mundo envolto por tecnologias, as ferramentas tecnológicas são tão acessíveis e práticas que viabilizam a aprendizagem dos alunos mesmo sem a orientação de um professor e que muitos professores estão alheios a isso. Já a maioria dos autores supracitados enfatiza a importância da aprendizagem por meio dessas ferramentas, porém, sob a orientação do professor.

Para isso, utilizaram em suas respectivas pesquisas, ferramentas como músicas, jogos, mídias e experimentos (entre outros) para mediar o conhecimento e motivar outros professores a fazerem o mesmo. Unânicos em reconhecer que o ser humano aprende de diversas formas, em diferentes meios e contextos, os autores citados fortalecem o discurso de que é preciso, na educação formal, alcançar os alunos, trazendo ferramentas atrativas e interativas para a sala de aula.

#### **4.3.1. Mídias para o Ensino**

Amplamente utilizada a partir da década de 1990, a palavra “mídia” tem sua origem no latim “*medium*” que quer dizer “*meio*”, sendo originalmente utilizada no âmbito político e na área de comunicação (GUAZINA, 2007). Com o passar do tempo, a palavra “mídia” foi

ganhando diferentes conotações e, nesta Tese será entendida como um conjunto dos meios de comunicação (WOLF, 2003), ou conjunto de instituições que utiliza tecnologias específicas (rádio, televisão, cinema, revistas, Internet...) para realizar a comunicação humana (LIMA, 2003).

Hoje se torna um desafio agregar os objetivos da escola aos interesses dos alunos já que são atraídos a todo tempo por variados meios midiáticos, como afirma Setton (2010). Esta autora concorda que na relação entre mídia e educação existem dois importantes fatores que são a “cultura” e a “socialização”. A primeira pode ser entendida como a capacidade dos seres humanos criarem significados, interagirem e se comunicarem a partir de símbolos. Já sobre a socialização, a autora complementa que *“deve ser compreendida como um processo educativo que busca a transmissão, negociação e apropriação de uma série de saberes que ajudam na manutenção ou transformação dos grupos e das sociedades”* (SETTON, 2010, p. 14). Nesse sentido, Fischer (2002) afirma que a mídia é um lugar por excelência, da produção de sentidos na sociedade. E comenta que, ao falar da relação mídia e educação, é preciso lembrar que fatores culturais e sociológicos afetam ou são afetados por elas.

Hall (1997) enfatiza que a sociedade atual vive em meio a uma revolução cultural propiciada pelas forças que atuam sobre a comunicação e a informação. Sendo assim, os meios de comunicação (meios midiáticos) ultrapassam a incumbência de informar para produzir e inculcar valores, concepções e representações de cunho social, racial, político, científico, conquistando o lugar de formação de indivíduos assim como a família, a igreja e a escola. Nesse sentido, Kenski afirma que:

*“As novas tecnologias de informação e comunicação, caracterizadas como midiáticas, são, portanto, mais que simples suportes. Elas interferem em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos. Criam uma nova cultura e um novo modelo de sociedade”* (KENSKI, 2004, p. 23).

Em breve revisão de literatura foi possível notar como diferentes meios midiáticos estão sendo utilizados no âmbito da educação formal, não somente no ensino de Biologia. No ensino de Línguas, por exemplo, são encontrados diversos trabalhos relacionando mídia e ensino (RIBEIRO, 2009). Um deles é o artigo intitulado *“Diálogos sobre mídia e ensino entre professores de Letras”* (MAFRA, 2008) em que a autora sugere o uso do computador no ensino da língua vernácula e clássica com docentes da educação básica e da educação

superior. Outro trabalho que compreende o livro *“Leitura e Mídia”* (HOBBS, 2009), o autor enfatiza a importância da leitura das mídias (computacionais, impressas e, sobretudo televisivas) e a participação da escola no processo de alfabetização e letramento de língua inglesa a partir dessas mídias. No ensino de língua francesa, o artigo intitulado *“O ensino do francês (FLE) via pesquisa”* (PASTA; ESPINDOLA, 2012), as autoras utilizam textos midiáticos para o ensino dessa língua na educação básica. *“O uso pedagógico de TIC em centro de estudo de línguas, no ensino público de Assis/SP”* (SILVA, 2013) é mais um artigo que comenta que tecnologias midiáticas como computadores, *tablets* e *smartphones* têm contribuído para o ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras, especialmente na capacidade dos alunos em ouvir, falar, ler e escrever.

Também no ensino de matemática é possível encontrar trabalhos interessantes com o uso de tecnologias voltadas ao Ensino Médio. Ribeiro e Paz (2012) enfatizam no artigo *“O ensino da matemática por meio de novas tecnologias”* a relevância de o professor estar atualizado e fazer uso em sala de aula de Novas Tecnologias através do uso de computadores na mediação de conceitos em matemática.

No campo da História, o artigo intitulado *“Cultura histórica, mídia e ensino de história”* (WANDERLEY, 2012) a autora comenta a relevância de se pensar a história, no ensino e na historiografia com relação à agilidade com que as informações chegam a sociedade pelas mídias atuais.

Os trabalhos de Clemente e Souza (2015), Silva (2014) e Oliveira e Luz (2010) reforçam a importância do uso de diferentes recursos midiáticos ou tecnológicos no ensino de Geografia. Dentre tais recursos, alguns autores citam o uso de filmes, vídeos, jogos, músicas, fotografias e recursos de multimídia.

No ensino de Artes visuais, é possível encontrar diversos trabalhos da autora Analice Dutra Pillar relacionando mídias, especialmente televisivas, como meio eficaz à aprendizagem de artes na educação infantil (PILLAR, 2007; 2006; 2005; 2004a; 2004b; 2003).

Em outras áreas de conhecimento incluídas na educação escolar, como educação física, são encontrados trabalhos sobre a relação ao uso de mídias na Educação Básica (DINIZ; RODRIGUES; DARIDO, 2012; BETTI, 2001).

Há também no ensino de Sociologia, o trabalho de Fávero e Abrão (2006) que aborda a telenovela no ensino de gênero com adolescentes e no trabalho de Fischer (2005) relacionando a cultura na relação dos jovens com diferentes meios midiáticos.

No ensino de Ciências, Química, Física e Biologia são encontrados muitos trabalhos em que mídias foram utilizadas por professores para veicular o conhecimento pretendido. Como exemplo no ensino de Química, podem-se destacar os trabalhos de Santos e Azevedo (2012); Teixeira e Monteiro (2009), Silva e Rogado (2008) todos destinados à Educação Básica. No ensino de Física, os trabalhos de Cledes, Gabriel Filho e Costa (2012), Zednik et al., (2011) e Pucci e Bauer (2008) utilizando mídias digitais com alunos do 1º Ano do Ensino Médio no ensino da Terceira Lei de Newton.

Em Biologia, num pequeno recorte, pode-se destacar as pesquisas realizadas por Liu (2007) e O'Day (2006) com o uso de animações exibidas em PowerPoint para o ensino de Biologia Celular. Outro exemplo é o trabalho de Faustino e Silva (2012) utilizando mídias televisivas e impressas na abordagem de educação ambiental com acadêmicos de Biologia e o trabalho realizado por Pedrancini et al., (2007) com alunos do 3º Ano do Ensino Médio sobre concepções sobre o tema transgênico.

Estes são apenas alguns exemplos nacionais e internacionais do uso de mídias no ensino que concordam com Bévort e Belloni (2009) na afirmação de que *“as mídias fazem parte da cultura contemporânea e sua apropriação crítica e criativa é essencial ao exercício da cidadania”* (op. cit., p. 1083).

#### **4.3.2. Cinema e Ensino**

Sem desconhecer o “brio” da história do cinema, que é repleta de “atores”, “intenções”, valores culturais, políticos e científicos (REBLIN; KLEIN, 2013, p.122) buscou-se um recorte, nesse capítulo, que enfatizasse a relação da *“Sétima Arte”* (e sua evolução enquanto tecnologia e meio midiático) com o ensino.

“Sétima Arte” é um atributo dado à arte cinematográfica devido às suas associações com elementos da literatura, da música, da arquitetura e das artes cênicas (THIEL; THIEL 2009). Para Thiel e Thiel (2009), o cinema é uma arte por excelência e a imagem cinematográfica pode ser lida e interpretada como um texto (op. cit., p.16). Avellar complementa essa definição de imagem apropriando-se da definição do poeta Manoel de Barros como *“as palavras que nos faltaram”* (AVELLAR, 2007, p. 5).

Ao reportar a história da “Sétima Arte” num contexto mundial, Mascarello (2006) diz que é possível descrever uma trajetória que vêm sendo construída desde o século XVII quando, sob a luz da chama de querosene, imagens em tela eram apresentadas ao público acompanhadas de música e efeitos sonoros. O autor enfatiza que algumas representações

pictóricas como panoramas, diagramas e brinquedos ópticos utilizados no século XIX também estão atrelados à história do cinema, já que estão ligados à apresentação de imagens em movimento e divertimentos populares.

A invenção do cinema, de acordo com alguns autores (NAPOLITANO, 2013; MASCARELLO, 2006) não pode ser atribuída a somente uma pessoa ou grupo de empresários, já que envolve uma série de aparatos e desenvolvimento de técnicas de projeção e exibição de imagem que aconteceram quase que paralelamente em diferentes lugares do mundo, por diferentes “atores”. O que deve ser ressaltado é que, em 1893, nos Estados Unidos da América, a equipe de trabalho do empresário Thomas A. Edison patenteou um aparelho que mostrava fotografias em movimento. Em Paris, os irmãos Lumière, demonstraram publicamente pequenos filmes em seu Cinematógrafo<sup>29</sup> (MASCARELLO, 2006, p.18). Em 1895, os irmãos Max e Emil Skladanowsky criaram, na cidade de Berlim, outros instrumentos que compõem a história do cinema<sup>30</sup> (*op.cit.*, 2006, p. 20).

Segundo Napolitano (2013) e Mascarello (2006), a primeira exibição do cinema foi em 1895, pois até então os entretenimentos do público eram os espetáculos de lanterna mágica, revistas ilustradas, teatro popular e cartões-postais. A intenção dos aparelhos de projeção criados era entreter o público com imagens em movimento e não com uma narrativa (estória ou história) como se vê atualmente nos filmes (NAPOLITANO, 2013; MASCARELLO, 2006; REIA-BAPTISTA, 2005).

De acordo com Mascarello (2006), historiadores do cinema consideram que seu primórdio pode ser dividido em dois períodos, chamados respectivamente de “Cinema de Atrações” (1894-1906) e “Período de Transição” (1906-1915). No primeiro caso eram exibidos filmes de duração bem curta e a principal evidência de sua transição para o próximo período foi o aumento da demanda de filmes de ficção. O “Período de Transição” (1906-1915) foi marcado pelo início de uma narrativa, uma história a ser contada em um tempo maior de exibição. No entanto, interposições de características desses dois períodos estiveram sempre presentes (MASCARELLO, 2006).

Navegando nessa retrospectiva, percebe-se que os filmes apresentados nos cafés, *vaudevilles* e teatros europeus e norte americanos eram acessíveis, sobretudo à classe média.

---

<sup>29</sup> O cinematógrafo é um aparelho que permite que fotografias sejam projetadas de forma a apresentar um movimento (Disponível em <https://www.dicio.com.br/cinematografo/>).

<sup>30</sup> Outros aparelhos como o Bioscópio e o Vitascópio também fazem parte da história do cinema (MATOS, 2016).

Somente com o advento das *nickelodeons*<sup>31</sup>, em 1905 é que trabalhadores industriais menos favorecidos passaram a ter acesso a esse entretenimento, já que custava apenas um níquel (daí o nome). Por ser um local coletivo, mas de pouca iluminação, interpretações e identificação individuais dos filmes, Félix Guattari chamou esse tipo de entretenimento da classe proletária de “*Divã do Pobre*” já que ali depositavam sentimentos de angústia e alegria (REIA-BAPTISTA, 2005, p. 216).

O predomínio das imagens de melhor resolução em tela só aconteceu durante o Período de Transição do cinema (1906-1915), quando passou por significativas transformações que se estenderam até 1915. Em 1917, grande parte do cinema norte americano já se concentrava em *Hollywood*, já havia longas-metragens de 60 ou 90 minutos e o cinema já não dependia de outras mídias, conseguindo o apogeu no contexto americano após a Segunda Guerra Mundial (NAPOLITANO, 2013). Desse período até 1950, com o advento da televisão e dos filmes hollywoodianos, o cinema apresentou uma característica mais estável, porém, com reformulações na “*produção, distribuição e exibição*” dos filmes, sendo a mídia mais importante do século XX (MASCARELLO, 2006, p. 17, 27 e 50).

Napolitano (2013) comenta que, na história do cinema mundial não se pode ignorar o grande polo do cinema mudo na Alemanha, após 1920 e o cinema sonoro, após 1930, mesmo vivenciando forte crise econômica e política pós Primeira Guerra Mundial. Obras que marcaram o cinema mudo nesse período foram: *Nosferatu*, *O Gabinete do Dr. Caligari* e *Metrópolis* sob a direção de grandes nomes do cinema Ernest Lubitsch, F. W. Murnau e Fritz Lang e, no cinema sonoro, o destaque ficou para *O anjo azul*. Com o advento do nazismo, muitos gênios do cinema alemão foram para os EUA fortalecendo ainda mais a indústria cinematográfica americana (NAPOLITANO, 2013, p. 71).

De acordo com Marcos Napolitano (2013), na França, pioneira do cinema, grandes obras foram criadas no cinema sonoro, como “*A nós, a liberdade*”, em 1931 e “*A grande ilusão*”, em 1937. No entanto, os estúdios e produções francesas não ganharam grandes dimensões até 1950. Na União Soviética, Napolitano comenta que, nos anos 1920/30, o cinema ganhou renome no âmbito mundial com filmes como “*O encouraçado Potemkin*” (1925), “*A mãe*” (1926) e “*Arsenal*” (1929) decaindo em qualidade após o stalinismo instaurado posteriormente à década de 1930 (NAPOLITANO, 2013, p. 72)

---

<sup>31</sup> *Nickelodeons* inicialmente eram armazéns adaptados, sujos, pouco confortáveis e sem segurança frequentados principalmente por proletários de cinturões industriais. Fonte: Pré-cinemas & Pós-cinemas, Arlindo Machado, 1997. Disponível em: [books.google.com.br/books?isbn=8530804635](https://books.google.com.br/books?isbn=8530804635)

Na Inglaterra, Itália e Escandinávia o cinema encontrou liberdade e expressão após a Segunda Guerra Mundial, mais precisamente após 1950, diz Napolitano (2013). No contexto Sul americano, a Argentina e o México se destacaram no cinema cantado entre os anos 1930 e 1950. No Brasil, o cinema ganhou expressão após 1960 quando foi criada a primeira grande escola cinematográfica inspirada no cinema francês e italiano. A primeira filmoteca brasileira já havia sido criada desde a década de 1910 no Museu Nacional, sendo trazidos os primeiros filmes educativos sobre os índios Nambiquara e criados, até 1930, alguns filmes artesanais (NAPOLITANO, 2013, p.74).

Reia-Baptista (2005) comenta que Thomas Edison emitiu desde muito cedo diversas opiniões sobre “*as enormes e diversificadas potencialidades do cinema, mais concretamente dos filmes, entre as quais as pedagógicas*”, como pode ser observada na citação:

*“Eu acredito que o filme está destinado a revolucionar o nosso sistema educacional e que em poucos anos, ele irá suplantará, em grande parte, se não totalmente, o uso de livros didáticos. (...) A educação do futuro, a meu ver, será realizada por meio de filmes (...)”* (REIA-BAPTISTA, 2005, p. 218).

No entanto, a potencialidade pedagógica do cinema dita incipientemente por Thomas Edison passou por diversas interpretações desde o período em que o cinema era visto apenas como arte e comércio de entretenimento para o “paradigma pedagógico behaviorista” acentuado pelos Norte Americanos (REIA-BAPTISTA, 2005).

Worth (1981) comenta que a maior parte da discussão na década em que escreveu a obra “Os usos de Cinema na Educação e Comunicação” estava atrelada ao fato de sua primazia psicológica, sociocultural, comunicativa e universal. No entanto, o cinema como recurso audiovisual para o ensino foi considerado em obras posteriores, como a de Favaretto (1979) que mostra a amplitude do valor do cinema na educação pela possibilidade de transcender às diversas culturas e que é corroborado em obras como a de Napolitano (2013).

Como afirma Napolitano (2013), apesar das linguagens cinematográficas serem centenárias (completou cem anos em 1995), a escola o descobriu muito tardiamente. O autor diz que o fato de a escola ter tido essa descoberta recentemente não quer dizer que desde os primórdios do cinema ele não tenha sido pensado como elemento educativo, sobretudo para as massas trabalhadoras (NAPOLITANO, 2013). Trabalhar com o cinema em sala de aula é ajudar a escola a reencontrar a cultura, pois abrange aspectos ideológicos, sociais, lazer e arte em um só entretenimento (*op. cit.*, 2013).

Napolitano (2013, p.12) enfatiza que “os filmes sempre têm alguma possibilidade de trabalho escolar” e Ferreira e Almeida (2014) acrescentam que a projeção de filmes pode estimular debates e reflexões críticas dos estudantes acerca de fatos e problemas sociais e culturais presentes na sociedade.

No que tange ao ensino de Ciências e Tecnologias afins, alguns filmes foram recentemente listados numa publicação da revista Galileu, confirmando a eficácia dessa ferramenta em sala de aula.<sup>32</sup>

Com essa interface, alguns autores conceituam Mídia-educação como um campo de atuação pedagógica no qual o cinema está inserido (assim como a televisão, o rádio e as Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC (NAPOLITANO, 2013). O conceito de mídia-educação teve sua gênese nas décadas de 1950/1960 na Europa, Estados Unidos e Canadá, *à priori* pela preocupação com a influência das mídias na política, cultura e ideologias que o cinema e o rádio, especialmente, poderiam trazer à sociedade (BÉVORT; BELLONI, 2009).

O termo “educação para as mídias” ou “mídia-educação” aparece na UNESCO nos anos 1960 com uma dualidade: ao passo que ainda expressava certa preocupação com a cultura de massa, mostrava-se como uma forma de facilitar o acesso à cultura (BÉVORT; BELLONI, 2009). As autoras destacam um trecho retirado da UNESCO que diz:

*“Por mídia-educação convém entender o estudo, o ensino e a aprendizagem dos meios modernos de comunicação e expressão, considerados como parte de um campo específico e autônomo de conhecimentos, na teoria e na prática pedagógicas, o que é diferente de sua utilização como auxiliar para o ensino e a aprendizagem em outros campos do conhecimento, tais como a matemática, a ciência e a geografia.” (BÉVORT; BELLONI, 2009, p. 1086).*

Com isso, são enfatizados dois aspectos relacionados ao conceito de mídia-educação: um como objeto de estudo e outro como ferramenta pedagógica. Segundo as autoras, mídia-educação é um campo de intersecção da educação e da comunicação consideravelmente novo, repleto de complexidades, dificuldades epistemológicas e estruturais. As mídias atuais

---

<sup>32</sup> Os filmes listados por professores da UNESP foram: “2001: Uma Odisseia no Espaço (1968); O Nome da Rosa (1986); Gattaca: A Experiência Genética (1997); A Guerra do Fogo (1981); Jogos de Guerra (1983) e o Brilho Eterno de Uma Mente Sem Lembrança (2004)”.

Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Cultura/Cinema/noticia/2015/08/6-filmes-classicos-de-ciencia-e-ficcao-cientifica-indicados-por-professores-da-unesp.html>

envolvem quase que de forma onipresente, todos os públicos e culturas, exercendo caráter formador da cidadania. Nesse caso, acabam por atuar como “escolas paralelas” na formação social e ideológica das pessoas (BÉVORT; BELLONI, 2009).

Um dos problemas estruturais está justamente no fato de que as mídias se apropriam rapidamente de novas tecnologias e lançam no mercado e a escola muito lentamente as insere em seu contexto (*op. cit.*, 2009). As autoras comentam que:

*“A integração das TIC na escola, em todos os seus níveis, é fundamental porque estas técnicas já estão presentes na vida de todas as crianças e adolescentes e funcionam – de modo desigual, real ou virtual – como agências de socialização, concorrendo com a escola e a família. Uma de suas funções é contribuir para compensar as desigualdades que tendem a afastar a escola dos jovens e, por consequência, a dificultar que a instituição escolar cumpra efetivamente sua missão de formar o cidadão e o indivíduo competente.”* (BÉVORT; BELLONI, 2009, p. 1084).

Em continuidade, em 1982, na Alemanha, foi reafirmado o conceito de mídia-educação e a relevância das mídias no processo educacional, inclusive na formação crítica do cidadão diante dos próprios meios midiáticos (BÉVORT; BELLONI, 2009).

Considerado um meio midiático (LIMA, 2003) e uma ferramenta para o ensino (NAPOLITANO, 2013), o cinema e suas peculiaridades tem sido objeto de pesquisas em diversas áreas do conhecimento (NASCIMENTO, 2011). Algo que pode justificar o interesse da área de ensino pelo uso do cinema como uma ferramenta está no fato de que, dentre os papéis do cinema, está o de ampliar os horizontes do conhecimento humano, sendo útil, inclusive, na percepção da sociedade e perspectivas de vida (THIEL; THIEL, 2009). De acordo com as autoras, “ensinar a não somente ver, mas olhar, contemplar e perscrutar o mundo é algo que está aquilatado à tarefa do educador” e que, em meio a diversidade de formas de leitura do mundo, a narrativa, os sons e as imagens exercem significativo papel, sendo uma ótima ferramenta para o ensino (*op. cit.*, 2009).

#### **4.3.3. Ciência e Arte: Ficção Científica e Super-Heróis**

Esta pesquisa está inserida na área de concentração Ensino Formal em Biociências e Saúde cuja linha de pesquisa “Ciência e Arte” concorda com Cachapuz (2007) que é uma interface repleta de complexidade, riqueza e matizes. Sem pretender explorar algumas

relações epistemológicas entre esses saberes, a percepção de que “(...) *O real é sempre o objeto de uma ficção, ou seja, de uma construção do espaço onde se entrelaçam o visível, o dizível e o fazível*(...)” (RANCIÈRE, 2010. p. 112), algumas obras de Ficção Científica têm chamado a atenção do público por abordar de maneira apocalíptica os feitos ou rumos da ciência (BIXLER, 2007).

No contexto da sociedade atual, diante de importantes avanços científicos e a admirável “indústria” do cinema, a Ficção Científica tem sido o gênero de filmes mais procurado pelos adolescentes e pela população em geral (MACHADO, 2008) e, sem dúvida, um meio que desempenha papel crucial na disseminação de termos científicos, podendo favorecer a formação de opiniões, inclusive de estudantes (NOGUEIRA, 2001).

E se os diferentes meios midiáticos disseminam conceitos científicos, suas contribuições como recursos didáticos também têm se mostrado influentes, apresentando resultados promissores no ensino.

Reblin e Klein (2013) comentam que o cinema é uma das mais fantásticas formas de ver o mundo, pois reúne num mesmo plano: sons, imaginação, cores, movimento, ideologias, emoções, saberes, inclusive da ciência. Os autores afirmam ainda que:

*“O cinema é capaz de proporcionar não apenas uma identificação do espectador com aquilo que é visto, mas, principalmente, uma empatia ou um envolvimento emocional com aquilo que é vivenciado nas telas, podendo tornar, inclusive, o evento uma experiência de vida.”* (REBLIN; KLEIN, 2013, p.122).

Os autores concluem que, se utilizado coerentemente em sala de aula, o cinema pode promover aquilo que adentra os objetivos da educação, que é “*desenvolver o pensamento crítico*” do aluno, dar-lhe uma “*visão ampla do mundo em que vive*”, além de “*instigar a curiosidade e a imaginação, imprescindíveis para o sucesso do próprio universo escolar*” (REBLIN; KLEIN, 2013, p.123).

Por reconhecer a potencialidade do cinema na educação, diversos filmes têm sido utilizados para introduzir temas científicos em sala de aula, inclusive do gênero Ficção Científica (PIASSI; PIETROCOLA, 2009; DARK, 2005; FREUDENRICH, 2000; DUBECK *et al.*, 1998; 1993; 1990; MARTIN-DIAZ *et al.*, 1992; SOUTHWORTH, 1987).

No que diz respeito a temas em genética, artigos têm mostrado que as concepções dos alunos sobre o genoma e sua funcionalidade são embasadas naquilo que assistem em filmes e novelas e que, por não haver um direcionamento pedagógico, os alunos não têm a noção do

que se trata de avanço científico ou apenas ficção científica (NASCIMENTO; MEIRELLES, 2012).

Estabelecendo-se enquanto gênero a partir das inúmeras obras de Julio Verne, como, Viagem ao Centro da Terra e obras de Herbert George Wells, como O Homem Invisível, o termo “Ficção Científica” (FC) foi cunhado e difundido no século XX por Hugo Gernsback (PIASSI, 2007).

Tendo sua gênese como literatura, o gênero FC dominou o público jovem através de Histórias em Quadrinhos, no cinema, na televisão, desenhos animados, novelas, jogos de computador (PIASSI, 2007).

Na obra de Adam Roberts (2000), fica evidente que, apesar de as pessoas terem uma noção do que vem a ser FC, importa considerar as definições apresentadas por Darko Suvin, Robert Scholes e Damien Broderick no contexto das pesquisas sobre FC. Segundo Roberts (2000), Suvin define a FC como um gênero literário cujas características necessárias são a presença e interação do estranhamento e da cognição e o principal dispositivo parte do quadro imaginativo para o ambiente empírico do autor da obra.

No entanto, a FC sempre foi usada como uma forma de examinar a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, como fonte de inspiração e como forma de mostrar o desenvolvimento científico, popularizando e difundindo ideias científicas (BRAKE; THORNTON, 2003).

Apesar das constantes abordagens de temas científicos em obras de FC, importa frisar que não é objetivo da FC ensinar conceitos aceitos pela comunidade científica. Aliás, a FC é uma arte e deve ser compreendida e vista como tal, mas com grande potencial como recurso educativo (NAPOLITANO, 2013). Gomes-Maluf e Souza (2008) ressaltam que, apesar de a FC não ser uma profecia da ciência, ela traz elementos da realidade e da produção da ciência para se fazer “ficcional e real” perante a opinião pública.

A fala de Gomes-Maluf e Souza (2008) pode ser corroborada por alguns autores que têm se dedicado em pesquisar a ciência por detrás dos super-heróis e o quanto a sociedade e a cultura também se fazem presentes nas histórias de FC, sobretudo as de super-heróis americanos (GRESH; WEINBERG, 2005).

Os super-heróis são concebidos como produtos históricos, sociais, abarcam fatos e comportamentos humanos com potencial para pesquisas que já vêm sendo realizadas nas áreas de sociologia, antropologia, filosofia e teologia (VIANA; REBLIN, 2011). De acordo com Nildo Viana (2011), “os super-heróis são produtos históricos e sociais assim como qualquer outra produção cultural”. O livro “Super-heróis, Cultura e Sociedade”, organizado

por Viana e Reblin (2011, p.57) em termos gerais, traz a seguinte afirmação: “*Quadrinhos e Cinema (e neles incutidos os super-heróis) são janelas da realidade, carregando as ambiguidades e vicissitudes, intencionalidades e perspicácias da vida humana*”.

Nos Estados Unidos, há uma periodização do gênero superaventura que tem como delimitação a criação do *Superman*, em 1938 (GRESH; WEINBERG, 2005), passando pela época do “envelhecimento” dos super-heróis (1960-1980) e uma Era de reorganização e inovação que se estende até o período atual (VIANA; REBLIN, 2011).

Para Viana (2011), o *Superman* (ser alienígena) é considerado a expressão do dilema do indivíduo Norte-americano daquela época, um apelo ao homem comum para que resista à crise - uma resposta ao nazismo e a eugenia impregnada nessa ideologia. Já o Capitão América, super-herói criado após o *Superman*, também se incumbe do mesmo papel de proteger a nação e ser forte diante das opressões, porém, com forças advindas de uma experiência científica. Como diz Viana (2011, p.20): “*No reino da ficção, a vitória é garantida e reconfortante; os justos sempre vencem, pois todos os lados em uma guerra se consideram justos*”.

Nesse contexto, importa ressaltar que a figura do Capitão América representava a própria nação Norte-americana enquanto os rivais, a União Soviética, o nazismo e o fascismo, foram representados pelos vilões “Guardião Vermelho e Caveira” (VIANA; REBLIN, 2011, p.21).

Até os dias atuais é possível encontrar pesquisas sobre super-heróis em diversas áreas do saber, inclusive na psicologia, que analisa e defende a interação de crianças com personagens do mundo da ficção com a formação de uma *self*, ou seja, de uma identidade pessoal (SOARES; CHALHUB, 2010).

As principais produtoras de histórias em quadrinhos na década de 1950, nos Estados Unidos eram a *DC Comics*, a *Charlton Comics* e a *Marvel Comics*, sendo esta última beneficiada com o talento e a originalidade do quadrinista *Stan Lee*, um dos principais autores das histórias de super-heróis como Quarteto Fantástico (1961), Hulk (1962), Homem-Aranha (1963) e *X-Men* (1963). Com uma população jovem crescente, o recrudescimento do capitalismo e do consumismo e uma nova safra de super-heróis, a *Marvel Comics* tem se destacado no mercado de vendas.

Assim como o nascimento dos super-heróis se dá no período em que o cidadão Norte-americano se vê em angústia, desemprego e patriotismo, com o fim da Segunda Guerra Mundial também há um declínio da aceitação dos super-heróis (VIANA; REBLIN, 2011). Tempos depois, na década de 1960, com a criação de novos personagens, uma nova Era de

super-heróis ganha o topo *ranking* de vendas como *X-Men*, Quarteto Fantástico, Hulk e Homem-Aranha - todos apresentando algo em comum: vestígios da radiação e alteração no Genoma.

Nas palavras de Viana (2011):

*“A nova safra de super-heróis da Marvel Comics é produto dessas mudanças históricas e outras relacionadas. Uma delas é a força do arsenal nuclear que veio à luz com a Segunda Guerra Mundial (...). A corrida armamentista da Guerra Fria e a corrida espacial que lhe acompanhou promoveram uma nova onda de interesse por ficção científica, bem como o “equilíbrio do terror” entre duas superpotências, e proporcionaram uma percepção da ciência e da tecnologia marcada pelo temor. O efeito do temor social dos produtos técnico-científicos estará presente na literatura de ficção-científica, no cinema e nos quadrinhos” (VIANA; REBLIN, 2011, p.30).*

Para Viana e Reblin (2011) em todas as histórias de super-heróis estão incutidos elementos da realidade da ciência, da vida e do mundo em que vivemos.

Nesse sentido, a descoberta do Genoma concomitantemente aos efeitos radioativos da Bomba Atômica sobre o material genético, inspiraram autores de Histórias em Quadrinhos e filmes a engendrar, nas tramas, o tema genética em seus personagens, quase sempre “mutantes”. Super-heróis como Hulk, Homem-Aranha, o Quarteto Fantástico e os *X-Men* são apenas alguns exemplos desses personagens criados na década de 1960 que têm seu material genético mutado por efeitos radioativos e permanecem até os dias atuais (GRESH; WEINBERG, 2005).

Sem desconhecer outras obras de FC, alguns personagens do mundo dos super-heróis “venceram” a barreira do tempo e até os dias atuais estão presentes em filmes com grande audiência, sobretudo pelo público adolescente. Numa breve retrospectiva, no século XXI foram lançadas as versões: em 2003, “O Hulk” e em 2008, “O Incrível Hulk”. No ano 2000, “*X-Men* - O filme”; em 2003, “*X-Men 2*”; em 2006, “*X-Men: O confronto final*”; em 2009, “*X-Men Origens: Wolverine*”; em 2011, “*X-Men: Primeira Classe*”; em 2016, “*X-Men: Apocalipse*”. Homem-Aranha (2002), Homem-Aranha 2 (2004), Homem-Aranha 3 (2007) e Homem-Aranha: O novo vingador (2017). Quarteto Fantástico (2005), Quarteto Fantástico e o Surfista Prateado (2007), Quarteto Fantástico (2015) e previsão para nova versão do filme em 2017.

Diante do levantamento bibliográfico realizado é percebido que desde a descoberta do Genoma, a Ciência e a Arte vêm estabelecendo pontos de confluência que podem ser observados em diversas narrativas da FC que também são carregadas de historicidade.

Pérez e Matarredona (2012) acreditam que as interfaces existentes entre as obras de Ficção Científica e o ensino de Biologia podem apresentar um vasto e fértil campo de investigação que poderá facilitar a compreensão da natureza da ciência e aprendizagem de conceitos científicos no ensino formal.

Nessa perspectiva os resultados encontrados nesta pesquisa serão apresentados e discutidos a seguir.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. LOCAL DA PESQUISA

O Estado do Rio de Janeiro é dividido geograficamente em oito regiões: Norte, Noroeste, Serrana, Lagos, Médio Paraíba, Centro Sul e Metropolitana<sup>33</sup>. Os dados do IBGE (CENSO 2010) mostram que a região Metropolitana é a mais populosa e com alto nível de desigualdades e pobreza dentro do Estado e, por esta razão foi a região escolhida para desenvolver a pesquisa.

A região Metropolitana do Rio de Janeiro, de acordo com a Secretaria de Estado de Educação, contém sete sub-regiões, três das quais foram “recortadas” como local da pesquisa, a saber: São Gonçalo (Metropolitana II), Rio de Janeiro (Metropolitana III) e Duque de Caxias (Metropolitana V)<sup>34</sup>. De acordo com os dados do IBGE, esses três municípios são os mais populosos dentro da região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Para facilitar a compreensão das regiões que compõem o Estado do Rio de Janeiro sobremaneira o local da pesquisa, foram destacadas, na Figura 5.1, as regiões com as respectivas escolas, denominadas nesta Tese, de escolas A, B, C e D.

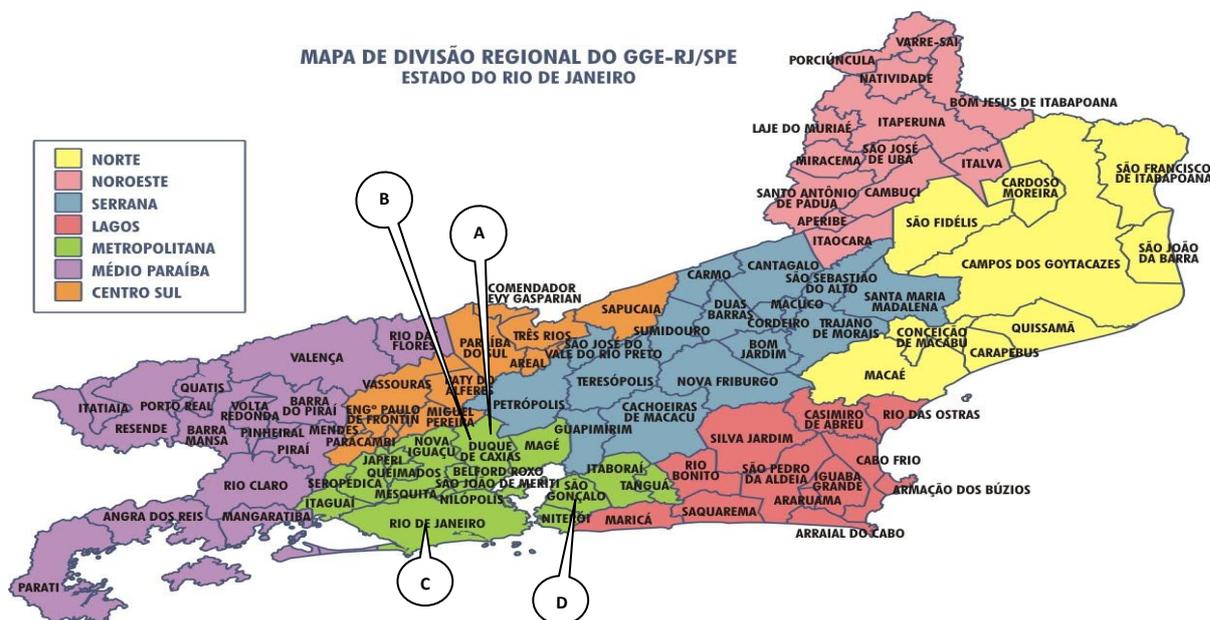


Figura 5.1 - Mapa da Divisão Regional do GGE-RJ/SPE do Estado do Rio de Janeiro com localização das quatro Escolas: A, B, C e D

Fonte: <http://mapasblog.blogspot.com.br/2011/11/mapas-do-estado-do-rio-de-janeiro.html>.

<sup>33</sup> [http://extensao.cecierj.edu.br/material\\_didatico/geo314/down/aula05.pdf](http://extensao.cecierj.edu.br/material_didatico/geo314/down/aula05.pdf)

<sup>34</sup> <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=375402>

Informações disponibilizadas *online* pelo IBGE<sup>35</sup> mostram a população estimada em cada um dos municípios trabalhados bem como o número de escolas, de alunos e de professores no ano 2012 e no ano 2016.

**Tabela 5.1 - Dados do IBGE sobre população e educação nos municípios: Rio de Janeiro, São Gonçalo e Duque de Caxias, em 2012/2016**

Municípios	Rio de Janeiro	São Gonçalo	Duque de Caxias
<b>População estimada em 2013</b>	6. 429 923 habitantes	1. 025 507 habitantes	855.048 habitantes
<b>Nº de escolas estaduais (2012 e 2016)</b>	<b>270</b> (2012) <b>263</b> (2016)	<b>54</b> (2012) <b>61</b> (2016)	<b>68</b> (2012) <b>71</b> (2016)
<b>Nº de docentes que lecionaram para o Ensino Médio (2012 e 2016)</b>	<b>9 480</b> (2012) <b>9 547</b> (2016)	<b>1 577</b> (2012) <b>1785</b> (2016)	<b>2 125</b> (2012) <b>2 213</b> (2016)
<b>Nº de alunos matriculados no Ensino Médio (2012 e 2016)</b>	<b>168. 610</b> (2012) <b>150. 268</b> (2016)	<b>26. 481</b> (2012) <b>19.693</b> (2016)	<b>36. 447</b> (2012) <b>27. 601</b> (2016)

Fonte: <http://www.cidades.ibge.gov.br>

A partir da leitura da Tabela 5.1 pode-se fazer uma razão matemática e chegar às seguintes conclusões: dos três municípios, o que apresenta menor relação professor/aluno é o município do Rio de Janeiro, ou seja, nos municípios Duque de Caxias e São Gonçalo há ainda menos professores para assistirem um grande quantitativo de alunos matriculados. Utilizando uma regra de três com os dados da Tabela 5.1 é perceptível que nos municípios Rio de Janeiro e Duque de Caxias, cerca de 26% da população encontra-se matriculada no Ensino Médio enquanto 4,2% em Duque de Caxias.

Ao comparar os dados disponibilizados pelo IBGE entre os anos 2012 a 2016, percebe-se que houve um sensível aumento no número de docentes nos três municípios, no entanto, uma queda considerável de matrículas nesses quatro anos. Quanto ao nível acadêmico dos estudantes que concluem do Ensino Médio na rede pública estadual do Rio de Janeiro, os índices se mostram abaixo do estimado através do Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Rio de Janeiro (SAERJ).<sup>36</sup>

Em se tratando de desigualdades sociais, o mapa de pobreza nos três municípios corresponde respectivamente a 23,85% no Rio de Janeiro, 39,86% em São Gonçalo e 53,53%

<sup>35</sup> Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br> Acessado em: 21 de abril de 2014.

<sup>36</sup> Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/2395114/DLFE-76875.pdf/SAERJMIDIA1.pdf>

em Duque de Caxias (CENSO 2010)<sup>37</sup>. O município de Rio de Janeiro, segundo o estudo de Najjar et al., (2002) é o que apresenta maior desigualdade social.

### **5.1.1. O Cenário das Escolas**

Visando facilitar a leitura dos dados, as quatro escolas que participaram da pesquisa foram denominadas escola A, escola B, escola C e escola D. Por questões éticas os sujeitos pesquisados foram codificados em forma de números (estudantes) e números seguidos das letras que representam a escola (professores).

Inicialmente a autora apresentou à direção escolar o projeto de pesquisa aprovado pelo comitê de ética da Fiocruz, explicou o teor da pesquisa e tempo estimado para a realização. Em alguns casos a direção levou algumas semanas para aprovar a pesquisa. No Anexo B estão os respectivos documentos comprobatórios da aprovação da pesquisa pela diretoria das mesmas.

Vale ressaltar que as escolas que aprovaram a realização da pesquisa foram as que a autora já era conhecida pela direção ou foi apresentada anteriormente por um professor. A exceção é a escola D, onde houve o consentimento para a realização da pesquisa sem contato anterior.

Outras escolas foram selecionadas previamente pela autora, porém, os diretores contactados não autorizaram a entrada da pesquisadora para uma apresentação inicial, inviabilizando a realização da pesquisa.

Segue abaixo uma descrição do contexto local das escolas participantes do projeto:

#### **Escola A**

Fundada em 1986, a escola denominada “A” é administrada pela região Metropolitana V ou simplesmente Metro V, pertencente ao município de Duque de Caxias, Estado do Rio de Janeiro (Figura 5.2). A escola A é a mais “jovem” no grupo das demais escolas pesquisadas e a única no padrão CIEP<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>

<sup>38</sup> Os Centros Integrados de Educação Pública (CIEP) foram construídos na década de 1980 no governo de Leonel Brizola (por isso conhecidos como “Brizolão”) e idealizados para o ensino em período integral. Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/cieps-centros-integrados-de-educacao-publica/>



**Figura 5.2 - Fotografia da fachada da Escola A**  
**Fonte: Foto da Autora**

Os dados administrativos dessa escola mostraram que a cada ano há poucas variações no quantitativo de alunos matriculados. Em 2015, a escola possuía 1 475 alunos matriculados, sendo: 560 no Ensino Médio Regular, 262 no EJA (Educação de Jovens e Adultos) e 653 no Ensino Fundamental. O quantitativo de alunos do Ensino Médio Regular, em 2015, estava distribuído em 16 turmas alocadas no turno da manhã ou no turno da noite, tendo cada turma, em média 35 alunos.

No quadro de professores regentes, apenas quatro são de Biologia e os mesmos dividem-se nas três modalidades de ensino oferecidas nesta escola: Ensino Fundamental, Ensino Médio e EJA. No período da pesquisa, dois professores se encontravam de licença médica, com cinco turmas sem aulas dessa disciplina por esse fato.

Em questões geográficas, a escola A fica a 500 metros das margens do rio Sarapuí (Figura 5.3). O bairro onde fica a escola é chamado Pantanal devido aos frequentes alagamentos na região, próximo ao bairro Parque São José e Gramacho. Através dos dados levantados via questionário socioeconômico foi percebido que grande parte dos alunos é morador do bairro e têm suas casas construídas às margens do rio Sarapuí. Outros bairros citados foram Nossa Senhora do Carmo, Vila Santo Antônio, São Bento e Vila Santa Tereza.

Pelo fato de a comunidade ser dominada pelo tráfico não foi possível fotografar o entorno da escola. Assim, a Figura 5.3 foi retirada da Internet e representa a paisagem vista das janelas da escola.



**Figura 5.3 - Imagem das margens do rio Sarapuí, localizado a 500 metros da Escola A**  
**Fonte: <http://mapio.net/pic/p-76229839/>**

Por se tratar de um CIEP, os espaços para lazer e aulas ao ar livre, são satisfatórios. No entanto, a escola não tem laboratório de ciências, sala de vídeo adequada e sala de informática efetiva. Portanto, as atividades sugeridas durante a pesquisa foram realizadas no auditório, como mostra a Figura 5.4.



**Figura 5.4 - Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola A**  
**Fonte: Foto da Autora**

Pelo fato de a pesquisadora já ter lecionado nessa escola, a autorização da pesquisa foi permitida com tranquilidade pela direção e a interação entre a pesquisadora e as turmas foi muito satisfatória. A receptividade dos alunos da escola A com relação às atividades da pesquisa foi boa, especialmente nas atividades que demandavam a exposição escrita de opiniões ao passo que mais tímida quanto às apresentações orais. Desde o primeiro encontro até a última oficina didática foi notável a assiduidade dos alunos no auditório e o desejo de expor dúvidas e opiniões, mesmo que através de bilhetes anônimos para a pesquisadora.

## **Escola B**

Fundada em 1962, a escola “B” também é administrada pela Metropolitana V e oferece o Segundo Segmento do Ensino Fundamental (6º ao 9º Ano), Ensino Médio Regular e Curso Normal (Formação de Professores). Nesta escola, a pesquisa foi feita apenas com o segmento de ensino chamado de Curso Normal, que no caso, oferta a disciplina Biologia apenas no 1º e 2º Ano, sendo o 3º e último Ano de formação, dedicado a estágios (Figura 5.5).



**Figura 5.5 - Fotografia da fachada da Escola B**  
**Fonte: Foto da Autora**

Em 2015, a escola tinha um total de 1209 alunos matriculados, sendo: 306 no Ensino Fundamental, 170 no Ensino Médio regular e 693 no Curso Normal. O quantitativo de alunos matriculados no Curso Normal estava subdividido em 21 turmas nos turnos manhã e tarde. Oito professores de Biologia atendiam às turmas do Ensino Médio regular e ao Curso Normal.

A escola B fica no bairro 25 de Agosto e, diferentemente de muitos outros bairros do município de Duque de Caxias, tem pavimentação e boas condições de moradia, abrigando boa parte da classe média da região. Através do questionário socioeconômico ficou evidente que nenhum aluno pesquisado morava neste bairro.

Esta escola é bem conceituada na região por oferecer uma formação tradicional e profissional há 53 anos sendo, dentre as escolas participantes desta pesquisa, a mais antiga. Na Figura 5.6 estão algumas fotografias tiradas durante as oficinas realizadas com a turma participante.



**Figura 5.6 - Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola B**  
**Fonte: Foto da Autora**

Quanto à receptividade e participação na pesquisa, os alunos da escola B se mostraram muito interessados. Talvez pelo fato de serem avaliados por seminários e simulação de aulas, apresentaram um comportamento menos contido comparado aos alunos das demais escolas. A todo tempo questionavam a relevância dos conhecimentos abordados com sua formação. Por se tratar de um Curso Normal, com ênfase em conteúdos pedagógicos e didáticos, os alunos comentaram que as aulas de Biologia, restritas ao 1º e 2º Ano, eram superficiais e quase não exploravam conteúdos de saúde - tema que julgaram de extrema importância à formação do docente.

### **Escola C**

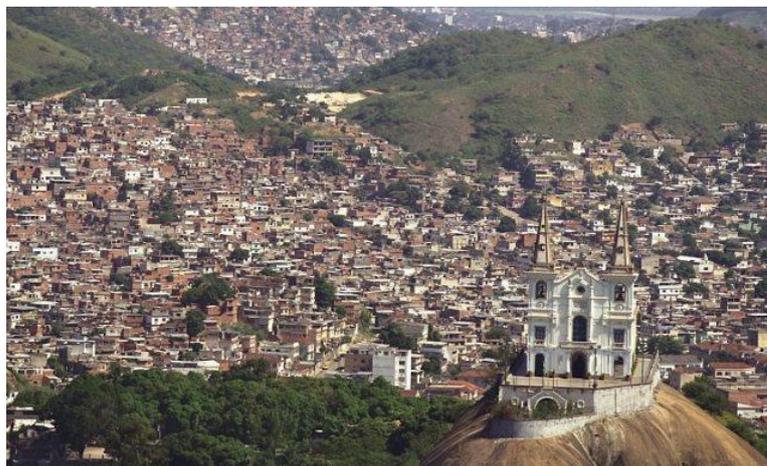
Administrada pela região Metropolitana III, no município do Rio de Janeiro, a escola C (Figura 5.7) fica localizada no bairro chamado Penha e foi fundada em 1963. Em 2015 contava com mais de 1700 alunos matriculados em 36 turmas ofertadas em três turnos (manhã, tarde e noite). A fotografia da fachada da escola se encontra na Figura 5.7.



**Figura 5.7 - Fotografia da fachada da Escola C**  
**Fonte: Foto da Autora**

O bairro em que fica a escola C é muito conhecido por abrigar um dos pontos turísticos mais tradicionais da cidade: a Igreja Nossa Senhora da Penha ou Santuário da Penha (Figura 5.8). A escola fica bem próxima ao Santuário da Penha, entre as Comunidades do Cruzeiro e o Complexo do Alemão, regiões que têm apresentado grande periculosidade nos últimos anos.

Através do questionário socioeconômico ficou evidente que grande parte dos alunos pesquisados é morador dessas comunidades, havendo poucas exceções.



**Figura 5.8 - Imagem da Igreja Nossa Senhora da Penha, referência turística do bairro em que fica localizada a Escola C**

Fonte: <http://www.encontrapenharj.com.br/penha/igreja-da-penha.shtml>

Em termos de infraestrutura, a escola C tem auditório, espaços para entretenimento dos alunos, porém, as atividades de coleta de dados da pesquisa foram, em geral, realizadas em sala de aula, como mostra a Figura 5.9.



**Figura 5.9 - Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola C**

Fonte: Foto da Autora

Os alunos foram bem receptivos ao trabalho, em geral mostraram interesse pelos temas e discussões, porém, um pequeno número de estudantes expôs oralmente suas opiniões. Foi percebido que a grande maioria se sentia mais à vontade de expor suas dúvidas ou opiniões através da escrita.

## Escola D

A escola D foi fundada em 1969 e é administrada pela região chamada Metropolitana II, no município de São Gonçalo. Em 2015 contava com 292 alunos matriculados, distribuídos em 11 turmas do Ensino Fundamental e Médio (Regular), sendo estas as únicas modalidades de ensino oferecidas pela escola D.

Quanto ao quadro de professores, apenas três professores de Biologia lecionam para o Ensino Médio e o maior problema enfrentado pela escola, de acordo com a coordenação pedagógica é a indisciplina e falta de interesse dos alunos (Figura 5.10).



**Figura 5.10 - Fotografia da fachada da Escola D**  
**Fonte: Foto da Autora**

A escola fica no bairro Sacramento, em São Gonçalo, numa região ruralizada do município com poucas ruas pavimentadas, como pode ser observado na Figura 5.11.



**Figura 5.11 - Fotografia do bairro em que fica localizada a Escola D**  
**Fonte: Foto da Autora**

Observando o bairro foi possível notar alto nível de pobreza e pouco (ou nenhum) saneamento básico. Segundo a coordenação pedagógica da escola, o bairro também apresenta alto índice de violência, o que se reflete dentro da escola nos relatos espontâneos coletados ao longo da pesquisa. A maior parte dos alunos matriculados na escola D é morador do bairro.

Em termos de infraestrutura, a escola D não contava com espaços apropriados para reuniões pedagógicas, entretenimento dos alunos, sala de vídeo ou auditório. A escola tinha pouca iluminação e aeração natural e artificial e todas as etapas da pesquisa precisaram ser feitas em sala de aula como mostra a Figura 5.12.



**Figura 5.12 - Fotografias da realização das oficinas didáticas na Escola D**

**Fonte: Foto da Autora**

Com relação à direção escolar, dentre as quatro escolas pesquisadas, a que apresentou melhor receptividade e acolhimento da pesquisa foi a escola D. A direção prontamente assinou a documentação ao dialogar com a pesquisadora sobre o teor do trabalho da investigação. No entanto, apesar da grande maioria dos alunos apresentar o TCLE assinado, foi observada muita apatia dos discentes perante as atividades propostas. Muitos se retiravam da sala durante as atividades e mostravam desconfiança sobre a possibilidade de aprendizado através dos filmes trazidos. Foi muito difícil concluir as oficinas com ânimo e boas perspectivas diante desse grupo de estudantes, porém, mesmo diante desse desafio todas as etapas da pesquisa foram realizadas com as turmas.

## **5.2. CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS DISCENTES**

Esta pesquisa está voltada a um público carente, sendo financiada pela CAPES em parceria com o Plano Brasil sem Miséria. Apesar dos dados do IBGE mostrarem altos índices de pobreza nessas regiões, um levantamento socioeconômico individual sobre os discentes pesquisados era algo primordial.

A situação econômica e acadêmica dos alunos das quatro escolas pesquisadas revelou-se muito parecida, mas algumas diferenças puderam ser salientadas. Todos os resultados encontrados nas quatro escolas poderão ser observados através de Tabelas que constam neste texto.

Para identificar a situação socioeconômica dos alunos foi utilizado um questionário que consta no Apêndice D. O questionário socioeconômico foi entregue aos discentes mediante a assinatura do TCLE, antecedendo as atividades das oficinas didáticas, em 2014. Um quantitativo de 102 alunos respondeu o questionário socioeconômico e tiveram seus dados validados.

Além de questões socioeconômicas, o questionário buscou identificar o acesso e as preferências dos alunos a meios midiáticos e culturais. Sobre cada aluno, foi buscado conhecer a renda familiar identificando ainda a quantidade de pessoas sustentadas por essa renda e se esses alunos são beneficiados pelo Programa Bolsa Família (PBF), como mostra a Tabela 5.2.

**Tabela 5.2 - Índice socioeconômico das turmas pesquisadas por escola.**

<b>Escola</b>	<b>Renda Familiar Salário Mínimo R\$ 724,00</b>	<b>Nº de pessoas que trabalham na família</b>	<b>Nº de pessoas sustentadas com essa renda</b>	<b>% de alunos beneficiados com Bolsa Família</b>
<b>A</b>	70% 1 salário	1 ou 2	Em média 8 pessoas	60% dos alunos
<b>B</b>	60% > 2 e < 4 salários	2 ou 3	Em média 4 pessoas	44% dos alunos
<b>C</b>	65% >1 e < 3 salários	2 ou 3	Em média 4 pessoas	31% dos alunos
<b>D</b>	80% < 1 salário	1 ou 2	Em média 5 pessoas	44% dos alunos

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Através desses resultados foi possível confirmar que o público-alvo desta pesquisa é um público carente, em conformidade com o Plano Brasil sem Miséria, em que a educação, assim como a saúde e outros bens precisam estar ao acesso de todos, igualmente.

Analisando a Tabela 5.2, é visto que na escola A, 20 dos 29 alunos (cerca de 70%) relataram compartilhar um salário mínimo (em média) com oito pessoas. Na escola B, 16 dos 27 alunos (aproximadamente 60%) compartilham uma renda média de três salários mínimos. Os outros 11 alunos relataram viver com menos dinheiro. Proporção parecida foi vista na

escola C e bem distinta, na escola D, em que 21 dos 26 alunos (cerca de 80%) alegaram receber menos de um salário mínimo compartilhando-o, em média, com cinco pessoas.

O número de pessoas que trabalham, por família, não passou de três e o que chamou a atenção foi o fato de serem os chamados subempregos ou “bicos” e poucos casos relatados como trabalho com carteira de trabalho assinada pelo empregador. Dentre as atividades laborais dos alunos foram citados estágios no DETRAN, atendente de Telemarketing, garçom, servente de obras, zelador, costureira e organizador de festas e eventos. O número de alunos que relatou estar trabalhando remuneradamente em 2014 foi: quatro alunos da escola A; três alunos da escola C e um aluno da escola D, todos com jornada de 20 horas semanais. Nenhum aluno da escola B relatou estar trabalhando naquele momento.

Quanto ao beneficiamento do Programa Bolsa Família, a turma que apresentou o maior número de alunos contemplados foi na escola A, sendo 17 dos 29 alunos (60%), seguida das escolas B e D, respectivamente, 11 dos 27 alunos e 11 dos 26 alunos (aproximadamente 44%). Em menor número, a escola C, com seis dentre 20 alunos (cerca de 31%).

O Programa Bolsa Família (PBF) foi instituído pelo Governo Federal há mais de dez anos e vinculou programas criados anteriormente cujo objetivo era dar subsídios de educação, alimentação, saúde e auxílio aos brasileiros que vivem na pobreza.<sup>39</sup>

No território Nacional, cerca de 13,9 milhões de famílias são atendidas pelo Projeto. São classificadas como extremamente pobres as famílias cuja renda mensal fica entre R\$ 77,00 e R\$ 154,00 por pessoa. Logo, para ter direito a esse benefício, basta que a família apresente essa situação financeira, tenha gestantes e/ou crianças ou adolescentes até 17 anos em sua composição. Os objetivos do PBF são:

- Combater a fome;
- Promover a segurança alimentar e nutricional;
- Combater a pobreza e outras privações das famílias;
- Promover o acesso à rede de serviços públicos (saúde, educação, assistência social).

No que diz respeito a cor ou raça, 20 alunos dentre os 29 da turma pesquisada na escola A (cerca de 68%) se identificaram como pardos, quatro (12%) pretos e o restante, brancos. A escola B foi a que teve maior porcentagem de alunos que se autodeclararam pardos, sendo 20 dos 27 (74%). Os demais se declararam brancos e apenas um aluno, preto. Na escola C, seis dos 20 alunos (32%) se classificaram como pardos e 14 (68%) como pretos. Na escola D, dentre os 26 alunos pesquisados, 12 se declararam pardos (48%) e os demais, brancos.

---

<sup>39</sup> <http://www.caixa.gov.br/programas-sociais/bolsa-familia/Paginas/default.aspx>

Um estudo socioeconômico feito em 2012 constatou que a renda da maioria das Famílias do município de Duque de Caxias é inferior a R\$ 400,00 reais (CRUZ, 2012). A pesquisa por este autor ressalta ainda a relação entre renda familiar e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) no município de Duque de Caxias não pode ser ignorada. O autor relata que o nível de formação acadêmica encontrado na população foi, em média, o Ensino Fundamental incompleto.

Reconhecendo que todo tipo de conhecimento pode ser veiculado através de diferentes meios de comunicação e que a família é um desses importantes meios, foi buscado conhecer o nível de escolaridade dos pais dos alunos pesquisados, como consta na Tabela 5.3.

**Tabela 5.3 - Nível de escolaridade dos pais dos alunos pesquisados**

<b>Escola</b>	<b>SE</b>	<b>EFI</b>	<b>EFC</b>	<b>EMI</b>	<b>EMC</b>	<b>ESI</b>	<b>ESC</b>	<b>PG</b>	<b>NSI</b>
<b>A</b>	18%	60%	-	-	2%	-	-	-	20%
<b>B</b>	10%	25%	-	26%	24%	-	-	-	15%
<b>C</b>	-	41%	11%	8%	27%	-	-	-	13%
<b>D</b>	18%	25%	23%	-	-	-	1%	-	33%

**SE - Sem Escolaridade; EFI - Ensino Fundamental Incompleto; EFC - Ensino Fundamental Completo; EMI - Ensino Médio Incompleto; EMC - Ensino Médio Completo; ESI - Ensino Superior Incompleto; ESC - Ensino Superior Completo; PG - Pós-graduação; NSI - Não sei informar**

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Apesar do nível de escolaridade dos pais estar em torno da Educação Básica, outros meios de informação poderiam ou podem ser veículos de informação sobre o genoma e temas afins. Um deles é a própria Internet. Quanto ao acesso desses alunos à Internet, através do questionário socioeconômico, ficou esclarecido que 100% dos alunos das escolas A, B e C declararam ter livre acesso à Internet pelo computador de casa e pelo telefone celular pessoal. Apenas na escola C que um aluno (5%) declarou não ter acesso a Internet em casa nem no telefone celular. A maior parte do tempo “livre” desses estudantes é utilizado em navegações na Internet, em redes sociais, como o *Facebook* e em mensagens de texto, via celular no aplicativo *WhatsApp*. Em entrevista coletiva com a turma, os alunos relataram que raramente usam a Internet para fazer uma pesquisa escolar, já que os professores não pedem tarefas de casa com esta finalidade e, na escola, é proibido o uso do aparelho celular.

Ainda sobre os meios de informação, a televisão tem sido ao longo dos tempos, alvo de muitas pesquisas no campo da educação (FISCHER, 2005; 2002; BELLONI, 2003). Belloni (2003) questiona se a população atual tem aprendido mais com a televisão do que na escola e, comenta que, embora ela tenha servido como um importante veículo no processo de socialização de conceitos, a televisão contribui para preencher o universo simbólico das crianças com imagens irreais. Fischer (2002) concorda que as imagens, símbolos e sons transmitidos pela TV acabam por ter penetração significativa na sociedade. No entanto, nos últimos anos, o uso da internet tem sido a principal ocupação dos estudantes fora do ambiente escolar (ALMEIDA JUNIOR, 2013).

Na presente pesquisa, foi percebido que 50% dos 102 alunos no total das quatro escolas têm, em média, um aparelho de TV em casa, com canais abertos e canais fechados. Quando perguntados sobre as preferências por programas televisivos, os mais citados pelos alunos foram os canais que possuem filmes, novelas e seriados.

Vale lembrar que os alunos poderiam escrever quantos programas televisivos quisessem, desde que numa ordem de preferências. Também foi observado que na escola A, nove dentre os 29 alunos (30%) tinham preferência por novelas, entretanto grande parte relatou não gostar de assistir TV. Na escola B, o resultado encontrado foi bem diferente, a maior parte dos alunos preferia assistir telejornal e programas de comédia e poucos disseram assistir filmes na televisão. Já na escola C, os programas mais citados foram documentários, seriados e novelas. Não houve citação a filmes na escola C. Por fim, os alunos pesquisados na escola D mostraram ter maior preferência em assistir filmes na TV, além de novelas e telejornal. Em geral, os alunos que alegaram assistir filmes na TV preferem assistir em canais fechados a canais abertos. Através desse instrumento de coleta de dados também foi possível identificar que tipos de atividades ocupam a maior parte do tempo desses estudantes. Nesse item do questionário, os alunos deveriam marcar apenas uma opção. Parecendo um desafio, muitos perguntaram se não poderiam marcar mais de uma opção, alegando que vários itens escritos no questionário ocupavam igualmente seu tempo. Desta forma, foi aberta uma exceção para que numerassem de forma decrescente, os itens que mais ocupavam o tempo daqueles estudantes.

Como resultado, os itens: Internet, a rede social *facebook* e *WhatsApp* foram os que mais apareceram como 1º lugar nas quatro escolas, seguidos por música (2º lugar) e TV (3º lugar). Menos de 5% dos 102 alunos que responderam o questionário socioeconômico marcaram o item “leituras diversas” e “esportes”, menos de 3% marcaram “cinema” e “boate”. Nenhum aluno das quatro escolas marcou os itens “estudo” ou “teatro”.

Vila (2007) ressalta a importância dos diversos meios de informação (Internet, televisão...) no sentido de “desviar” um pouco esse monopólio que durante muito tempo foi da escola. Esse “desvio” é para o autor, uma forma de “descentralizar” o papel da escola que, por muito tempo, foi o único meio de instrução para os estudantes. O autor concorda com o fato de que esses meios de informação são importantes e que a escola não “caminha” para a modernidade buscando ser mais atraente e eficaz, se detendo mais em instruir e quase nada em formar cidadãos (*op. cit.*, 2007).

Por fim, o questionário socioeconômico buscou identificar algumas preferências ou acessibilidade dos alunos a meios culturais ligados ao tema deste trabalho. Logo, conhecer a relação desses alunos com o cinema, no sentido de frequência e justificativas era algo relevante para nós. A Tabela 5.4 mostra o resultado encontrado sobre este item.

**Tabela 5.4 - Porcentagem de alunos que frequentam (ou não) o cinema com respectivas justificativas**

Escola	% alunos que frequentam o cinema	Frequência	% alunos que não frequentam o cinema	Principais Justificativas
A	23%	Semestralmente	77%	Caro demais
B	70%	Mensalmente	30%	Não ter tempo
C	25%	Semestralmente	75%	Caro demais
D	10%	Anualmente	90%	Caro demais

Fonte: Dados da Pesquisa

Alguns alunos alegaram nunca terem ido ao cinema e, em grande maioria, não ter suporte financeiro para isso, mesmo pagando metade do valor da entrada por serem alunos da rede pública de ensino. Apenas na escola B foi encontrado um número superior à metade (70% de alunos) que frequentam mensalmente o cinema, sendo a principal justificativa para a baixa frequência, a falta de tempo. Com relação à frequência dos alunos ao cinema, não é surpreendente tal resultado se comparado à outras pesquisas feitas no Brasil. Spalding (2008) comenta que a classe média (com renda mensal entre R\$ 1 064 e R\$ 4 500) é culturalmente pobre. A justificativa do autor se baseia em dados divulgados pelo IBGE em 2007 alegando que “*menos de 10% dos brasileiros vão pelo menos uma vez por ano ao cinema, os que*

*frequentam com regularidade não chegam a 5%, sendo que 87% nunca foram ao cinema ver um filme” (op. cit., p.1).*

A Tabela 5.4 mostra que uma porcentagem maior de estudantes da escola B frequenta o cinema e essa frequência é mais amíúde se comparada aos estudantes das demais escolas pesquisadas. Em conversa informal com alguns estudantes da escola B, ficou esclarecido que desde o 1º Ano de formação no Curso Normal (curso que estavam fazendo, equivalente ao Ensino Médio, porém, para formação de professores primários), foram incentivados pela escola a frequentar bibliotecas, cinema e teatro como meios culturais essenciais à sua formação.

No entanto, diante desse resultado fica claro que um grande número dos alunos pesquisados não frequenta cinema, teatro, museus (e outros meios culturais) mesmo tendo o direito ao pagamento da metade do valor da entrada e da isenção do meio de transporte.

### **5.3. A PRIMEIRA COLETA DE DADOS**

A primeira coleta de dados foi realizada em 2013, a fim de identificar conhecimentos acadêmicos dos alunos sobre o genoma bem como a fonte de informação que poderia ter embasado tal conhecimento. Foi utilizado como ferramenta um questionário que consta no Apêndice B. Em 2013, esse questionário foi respondido por 119 alunos do 1º Ano do Ensino Médio e também por 78 alunos do 3º Ano do Ensino Médio, sendo duas turmas em cada escola, no total de oito turmas.

Para tanto, nesse primeiro contato foi utilizado, em cada turma, um tempo de aula com duração de 50 minutos para a apresentação da proposta da pesquisa e entrega do TCLE. Posteriormente, o questionário foi entregue aos alunos e utilizado mais um tempo de aula, totalizando 100 minutos com cada turma. Para essa atividade, cada escola foi visitada em uma semana específica durante um mês. A primeira coleta de dados com os estudantes foi feita em tempos de aulas cedidos por diferentes professores (exceto os de Biologia), que foram entrevistados no mesmo dia em horário posterior ao contato da pesquisadora com as turmas.

Nas oito turmas pesquisadas foram validados os dados de 197 discentes, ou seja, número de alunos cujos responsáveis (no caso dos menores de 18 anos) assinaram o TCLE. Através de uma comparação com os nomes listados no diário de Classe foi possível notar que, no máximo dois alunos por turma não assinaram o TCLE. Do total de 197 alunos pesquisados em 2013, 119 encontravam-se matriculados em turmas de 1º Ano do EM e 78 no 3º Ano do EM como supracitado. As turmas de 1º Ano que participaram da coleta de dados em 2013

foram acompanhadas em 2014 e em 2015, com poucas exceções. Ao passo que a cada ano, turmas aleatórias de 3º Ano eram convidadas a responder o questionário que consta no Apêndice B. O número de alunos pesquisados por escola em 2013, bem como a faixa etária encontrada está representado na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5 - Número de alunos pesquisados por escola em 2013 e média de faixa etária encontrada**

Escolas	1º Ano / 15 a 17 anos	3º Ano / 16 a 19 anos
A	25	17
B	29	19
C	32	16
D	33	26

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Nas turmas de 1º Ano havia poucos alunos repetentes, sendo no total, 11 casos (cinco na escola A, dois na escola C e quatro na escola D). Nenhum aluno da escola B relatou reprovação no 1º Ano.<sup>40</sup> Esse dado poderia ser relevante pelo fato de que, numa eventual releitura aos mesmos conteúdos programáticos, a possibilidade de informações sobre o tema Genoma e conteúdos afins poderia ser aumentada. Entretanto, como relatamos a seguir, este índice de reprovação não foi significativo.

Na escola A, 23 dos 25 estudantes pesquisados no 1º Ano do Ensino Médio (cerca de 95%) eram egressos de turmas do Ensino Fundamental da mesma escola. No caso da escola B, foi encontrado o oposto. Quase todos os alunos vieram de outras escolas no desejo de ter a formação de professor (a) nessa Instituição (Curso Normal). Nas escolas C e D quase todos os alunos do 1º Ano eram egressos de escolas municipais próximas. No caso das turmas de 3º Ano, com poucas exceções, grande parte dos alunos havia cursado os três anos do EM ou do CN na mesma escola.

Quanto à receptividade dos alunos pela pesquisa, foi encontrada pouca resistência. Em geral, aceitaram muito bem a proposta e mostraram entusiasmo pelo recurso didático que seria utilizado, no caso: filmes. Quanto ao tema “Genoma” nenhum aluno levantou nenhum questionamento na apresentação da pesquisa ou através da leitura do TCLE. Entretanto, na coleta de dados foi possível evidenciar algum “desconforto” em responder questões vistas

---

<sup>40</sup> Dado posteriormente confirmado por documentação presente na secretaria das escolas.

como desconhecidas ou pouco relevantes em seu cotidiano. Através da coleta de dados realizada com os discentes, foi possível detectar alguns pontos comuns sobre o conhecimento dos alunos que entram e saem do Ensino Médio nessas escolas, sobre o tema Genoma, o que será detalhado a seguir.

Os resultados da primeira coleta de dados foram publicados em 2014 na edição especial da revista Ensino, Saúde e Ambiente com o título “O conceito de Genoma na perspectiva de discentes do Ensino Médio de escolas localizadas em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro”<sup>41</sup>.

### 5.3.1. Questionários aos Discentes (2013)

A primeira coleta de dados com discentes foi realizada em 2013 através do questionário semiestruturado (Apêndice B). O questionário buscou identificar conhecimentos prévios sobre Genoma e temas afins além de questões pessoais sobre preferências fílmicas.

Quanto aos conhecimentos prévios, em todas as escolas e turmas foi percebido certo desconforto dos alunos quando solicitados a redigir o significado da palavra “Genoma”. Diante desta observação, com as turmas de 1º ano, a pesquisadora recorreu à sugestão dada por Libâneo (1994) e buscou em diálogo com os alunos, um termo que poderia lhes ser mais conhecido, como, por exemplo, “genética”.

Os resultados mostraram que, majoritariamente, os alunos do 1º e do 3º Ano do Ensino Médio e do Curso Normal dessas escolas, desconheciam o conceito de Genoma, respondendo à questão com termos como “não sei”, “nunca ouvi falar” em Genoma e representando graficamente com o uso de pontos de interrogação em sequência (Ex: ?????).

Nas turmas de 1º Ano, alguns alunos responderam superficial e verbalmente que era uma matéria de Biologia e não conectaram cientificamente a palavra “Genoma” à “Genética”. Após a intervenção da pesquisadora foi observado que alguns alunos começaram a responder esse item no questionário. Ao analisar os questionários foi percebido que 17 alunos escreveram literalmente o que foi comentado pela pesquisadora na tentativa de aproximação dos termos “genoma” e “genética”, como, por exemplo, escreveram que “*Genoma é algo ligado à genética*”.

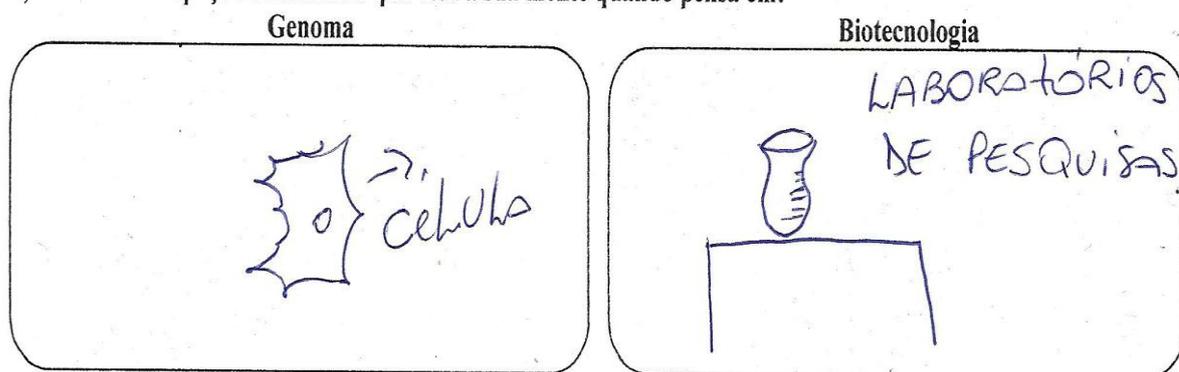
---

<sup>41</sup> Revista Ensino, Saúde e Ambiente, V. 7 (1), Edição Especial, maio de 2014. Disponível em <http://www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/229>

No total das quatro escolas, ou seja, dos 197 estudantes pesquisados em 2013, apenas quatro alunos matriculados no 1º Ano relataram por escrito que, apesar de não saber definir o que é “Genoma”, sabiam que é algo que está relacionado ao material genético.

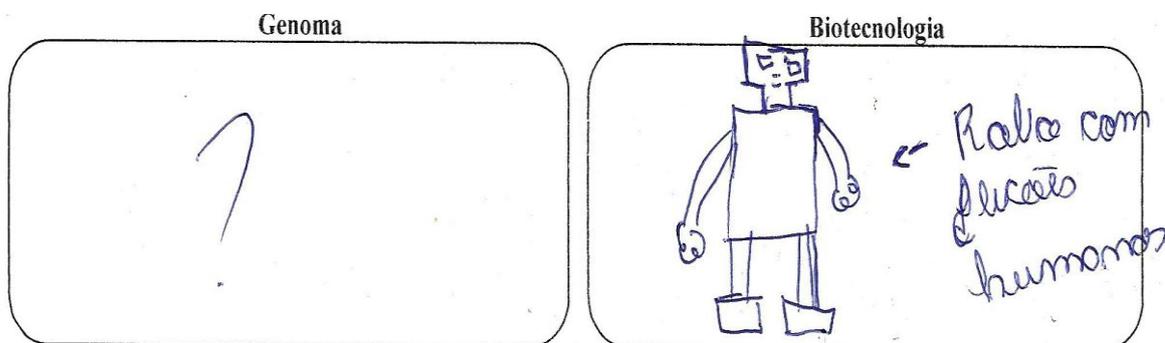
Concordando com Moreira (2011), entendemos que existem várias maneiras ou várias linguagens que podem expressar as informações ou mesmo os conhecimentos que uma pessoa tem sobre determinado assunto. Por isso, além das respostas escritas, foi solicitado aos alunos que fizessem representações gráficas sobre o que entendiam por Genoma e Biotecnologia como mostra a Figura 5.13.

4) Desenhe no espaço delimitado o que vem à sua mente quando pensa em:



**Figura 5.13 - Representação gráfica de Genoma e Biotecnologia, respectivamente, feita por aluno do 3º Ano do Ensino Médio da escola A**  
Fonte: Dados da Pesquisa

Dos 197 alunos participantes, apenas 21 alunos responderam à questão (aproximadamente 11%). Dentre os 21 alunos, apenas 11 do 3º Ano fizeram representações gráficas para esses termos como as que seguem na Figura 5.13, ou seja, pouco mais de 50%. Os resultados observados nas turmas de 1º Ano, sobre a mesma questão, foram encontrados desenhos fazendo referência de biotecnologia a aparelhos de telefones celulares, computadores e videogames, além de robótica como pode ser observado na Figura 5.14.



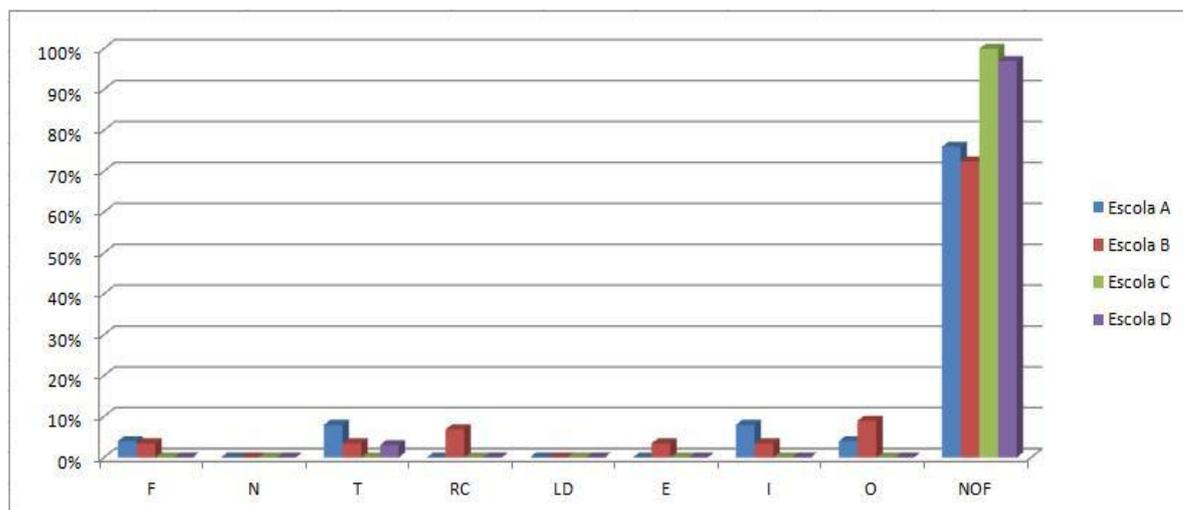
**Figura 5.14 - Representação gráfica de Genoma e Biotecnologia, respectivamente, feita por aluno do 1º Ano do Ensino Médio da escola A**  
Fonte: Dados da Pesquisa

Em ambos os casos representados nas figuras, é percebido o desconhecimento do conceito de Genoma ou sua relação com “Genética”. Porém, como não foi possível entrevistar os alunos individualmente após a aplicação do questionário, foi solicitado que os alunos escrevessem ou explicassem à pesquisadora, no momento da entrega do mesmo, o que queriam dizer com a representação feita. No primeiro caso (Figura 5.13) o aluno 84, da escola A disse na entrega do questionário que “achava que estava relacionado à célula já que quase tudo, em Biologia, refere-se à célula”. Seguindo a solicitação, alguns alunos escreveram o que seu “desenho” queria dizer, como o caso da Figura 5.13 e 5.14, sobre Biotecnologia.

Ainda no que diz respeito à representação gráfica do Genoma, o aluno 13 (escola B) do 1º Ano (Figura 5.14) expressou o mesmo que a maioria dos alunos da mesma série, ou seja, relatou que não tem ideia do que seja Genoma.

No que diz respeito à representação gráfica de biotecnologia, quando não foram desenhados pontos de interrogação (90% dos casos) mostrando desconhecimento do assunto, foram observadas alusões a tecnologias. Ao entregar o questionário, dos 197 estudantes pesquisados, aproximadamente 20 relataram que entendiam *“biotecnologia como qualquer tecnologia usada pelos seres humanos, mas não sabiam explicar nem representar através de um desenho...”*

Para identificar as fontes de informação que poderiam ter servido de embasamento aos estudantes para a ideia prévia sobre o tema Genoma (questão 3), foram inseridas, além de mídias, as opções: “Escola”, “Outros”, além da opção “Nunca Ouvi Falar”. Todas as opções inseridas na questão número três do questionário sobre as possíveis fontes de informação se encontram decifradas em legenda correspondente aos próximos gráficos. O gráfico representado na Figura 5.15 mostra os principais meios de informação citados pelos alunos do 1º Ano do Ensino Médio das quatro escolas pesquisadas com relação ao tema “Genoma”.



**Figura 5.15 - Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 1º Ano EM, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”. Legenda: Filme (F), Novela (N), Televisão/Telejornais, programas diversos (T), Revistas Científicas (RC)<sup>42</sup>, Literaturas Diversas (LD), Escola (E), Internet (I), Outros e Nunca Ouvi Falar (NOF)  
Fonte: Dados da Pesquisa**

Na primeira análise do gráfico faz-se nítida a proeminência do número de relatos de estudantes que nunca ouviram falar em Genoma (NOF). A porcentagem encontrada foi igual ou superior a 70% nas turmas de 1º Ano pesquisadas em cada escola. Sobre esse resultado, vale enfatizar que a pesquisa foi realizada com as turmas durante o último bimestre do ano letivo de 2013 e que, pelas orientações do Currículo Mínimo (documento que orienta os professores quanto aos conteúdos essenciais a serem ministrados em cada série ou Ano escolar), os estudantes do 1º Ano do Ensino Médio devem apreender, dentre outros conceitos, aqueles relacionados à citologia e ao material genético, compreendendo o conceito de gene em maior amplitude e os mecanismos de regulação da expressão gênica. Além desses conhecimentos que estão diretamente relacionados ao Genoma, o documento prevê que os estudantes sejam capazes, ao final do 1º Ano do Ensino Médio, de correlacionar genética, evolução e manutenção da vida na Terra, associando os processos genéticos à grande diversidade de espécies no planeta<sup>43</sup>.

Quanto aos demais meios de informação apresentados no questionário, foi observado que as opções “televisão, filmes, Internet e outros” se destacaram, ainda que de forma ínfima, entre os resultados das escolas A e B. Não foram encontradas citações da opção “escola”

<sup>42</sup> Revistas de divulgação científica também poderiam ser incluídas como, por exemplo, a revista Ciência Hoje.

<sup>43</sup> Currículo Mínimo SEEDUC. Disponível em [http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/downloads/cm/cm\\_10\\_2\\_1S\\_0.pdf](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/downloads/cm/cm_10_2_1S_0.pdf). Acessado em 20 de novembro de 2013.

como meio de informação sobre o genoma e temas afins por estudantes do 1º Ano das escolas A, C e D, exceto por dois estudantes da escola B.

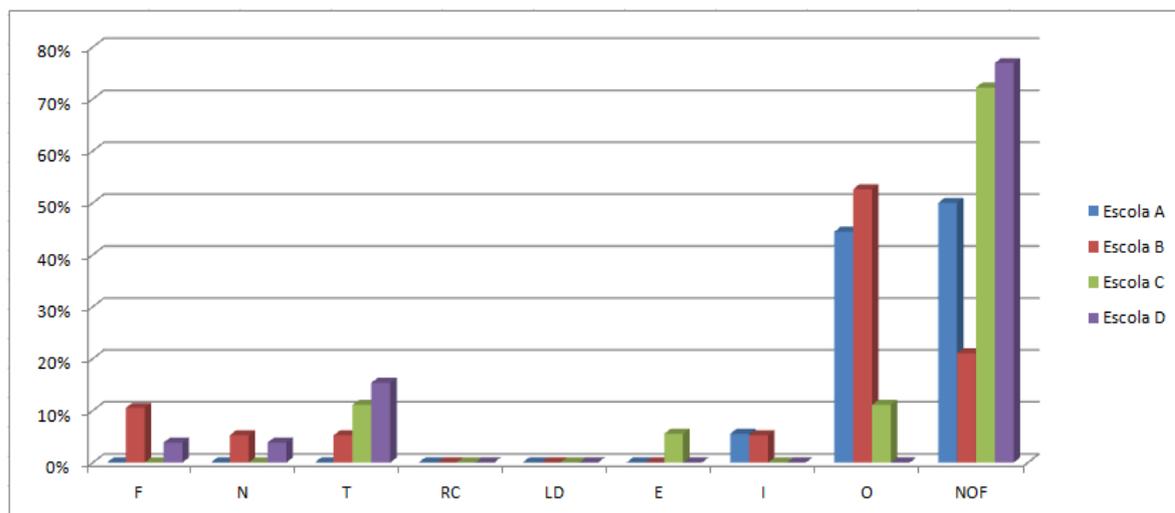
Em pesquisa realizada anteriormente pela autora foi constatado que o termo “Mutação” era totalmente desconhecido por estudantes do 7º Ano do Ensino Fundamental, enquanto na descrição do Currículo Mínimo, encontrava correlação direta com os conteúdos anuais. Ao adequar a pesquisa, trocando o termo “mutação” por “mutantes” as concepções mostradas pelos estudantes que participaram da pesquisa estavam embasadas, sobretudo, em personagens fictícios mostrados em novelas e filmes disponíveis à época da pesquisa (NASCIMENTO; MEIRELLES, 2012).

Visto que as expectativas para o Ensino Médio, sobretudo com os estudantes do 3º Ano são maiores, não foi buscada uma “adequação da linguagem como fora com as turmas de 1º Ano”. Nesse caso, esperava-se um melhor desempenho nos resultados da pesquisa sobre o tema Genoma. Afinal, os resultados mostraram que, dentre os estudantes do 3º Ano, a maioria mostrou desconhecer o termo “Genoma” e sequer escreveu uma palavra relacionada ao conceito científico como, por exemplo, “gene”, “genética” ou termos afins como “DNA”, “material genético”.

Os documentos disponibilizados pela Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC) para o curso de Biologia, nos últimos anos da Educação Básica relatam que os estudantes devem:

- ✓ Conhecer a natureza dos projetos genomas, sua importância para o homem e para o ambiente;
- ✓ Perceber a importância da ética na utilização de informações genéticas na promoção da saúde humana;
- ✓ Identificar as técnicas moleculares utilizadas na detecção e tratamento de doenças, assim como os testes de DNA, sua importância e abrangência e os custos envolvidos;
- ✓ Avaliar os aspectos éticos da Biotecnologia, reconhecendo seus benefícios e limitações.

Quando analisados os questionários das turmas de 3º Ano do Ensino Médio das quatro escolas pesquisadas (Figura 5.16), os resultados mostraram pouco progresso em relação aos observados nas turmas de 1º Ano (Figura 5.15).



**Figura 5.16 - Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 3º Ano EM, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”. Legenda: Filme (F), Novela (N), Televisão/Telejornais, programas diversos (T), Revistas Científicas (RC), Literaturas Diversas (LD), Escola (E), Internet (I), Outros e Nunca Ouvi Falar (NOF)  
Fonte: Dados da Pesquisa**

Na leitura do gráfico representado na Figura 5.16 pode ser observado um grande número de estudantes das escolas A (oito dentre os 17 alunos), C (13 dentre os 16 alunos) e D (20 dentre os 26 alunos) relataram “nunca ter ouvido falar em Genoma” (NOF), enquanto a escola B tem destaque no número de citações da opção “outros”, que equivalem a conversas informais ou outros meios de informação não inseridos no questionário. No caso da escola B, nove dos 19 alunos marcaram essa opção no questionário. Este resultado pode estar relacionado aos incentivos presenciados na escola B, como visitas a museus e outras instituições que apreciam temas científicos. Na escola C houve um relato feito pelo aluno Sérgio (aluno 18) em uma conversa informal, dizendo ter feito um trabalho escolar sobre o Genoma. Meios midiáticos, como filmes, novelas e televisão, mais uma vez se destacaram nas citações dos estudantes como aqueles que têm servido de base para os conhecimentos prévios sobre diferentes temas científicos.

Inegavelmente a mídia desempenha um papel crucial na disseminação de termos científicos e na formação de opiniões, atingindo a todos, inclusive aqueles que estão no ambiente escolar (NOGUEIRA, 2001). E se a mídia passou a disseminar (ainda que de forma surreal, profética ou deturpada) conceitos científicos, suas contribuições como recurso didático também têm se mostrado influentes, apresentando resultados promissores no ensino de Biociências.

Na fala de Gomes-Maluf e Souza (2008), a ficção não é uma profecia da Ciência, mas se impregna de elementos da realidade e da produção da Ciência para se fazer ficcional e real

perante a opinião pública. No contexto da TAS, Ausubel (2003), considera que o fator isolado mais importante para a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe ou já ouviu falar. Libâneo (1994) complementa que aquilo que o estudante conhece, depende da sua realidade e muitas são as situações, no contexto de ensino em que os estudantes não se apropriam dos conceitos pelo fato de não estarem relacionados à sua vivência ou ainda por desconhecerem a relevância para sua vida. Quando ensinado de acordo com suas experiências e capacidade mental, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado e adquire mais estabilidade, caracterizando a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 1982).

Diante dos Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011), pode-se dizer que esse tipo de resultado corrobora as preocupações dessa teoria na formação de uma sociedade crítica. Afinal, o indivíduo que desconhece assuntos que permeiam a sociedade em seu tempo, não consegue opinar, refletir ou questionar, e se torna refém de sua própria cultura.

Na avaliação do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), em 2009, ficou evidente que a Educação Básica, no Brasil, se coloca aquém de muitos outros países em desenvolvimento. Os resultados do IDEB 2013 corroboram a discrepância que existe dentro do Estado do Rio de Janeiro, avaliando a Educação Básica apenas com relação aos conhecimentos de Matemática e Língua Portuguesa, deixando de lado a importância da educação científica para o desenvolvimento da nação e a formação cidadã. Diante desse cenário, entendemos que é preciso diminuir as diferenças e distâncias entre o conhecimento comum, escolar e a cultura científica, elevando o ensino para um nível capaz de colocar de maneira científica, os problemas humanos.

Lannes, Flavoni e De Meis (1998) afirmam que, com o dinâmico surgimento de novos conhecimentos contínuas mudanças na educação científica precisam acontecer. Por isso, Leite (2005) ressalta que, diante das informações trazidas pela mídia, as instituições de ensino precisam discutir a questão da influência dessas informações na educação. Desta forma, a escola precisa estar junto com o estudante no processo de entender os novos conceitos científicos e ultrapassar o nível da consciência ingênua, auxiliando para que atinjam o nível da consciência crítica sobre os mesmos. Diante das perspectivas de diferentes autores, concordamos com Lorenzetti (2000) que, para os estudantes se posicionarem diante dos avanços científicos e tecnológicos disseminados por diferentes fontes de informação, eles dependem de uma base de conhecimento, devendo esta base ser fornecida pela escola, na educação científica. Nesse contexto, Hobsbawm (1995) observa que privar a população de um

país do conhecimento científico ou tecnológico é torná-la cada vez mais submissa a uma condição de domínio e subjugação cultural e econômica. Assim, ignorar no ensino de Biologia a abordagem de temas científicos atuais seria uma forma de negligenciar a formação da cidadania.

Ainda sobre o ensino e a aprendizagem do tema Genoma no Ensino Médio, o “Caderno de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorregulada” em sua versão *on-line* no site da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, na Unidade intitulada Mapa da Vida, diz:<sup>44</sup>

*“Caro aluno, nesta atividade, vamos continuar nosso estudo sobre a genética. Agora, vamos compreender o mapa da vida das espécies (...) a importância de se conhecê-lo: o Genoma e o Cariótipo humano e de outras espécies. Mas o que é Genoma? Um tema já bem popular. (...)Entenda então, que o genoma humano, é o código genético do homem ou da espécie, ou seja, o conjunto dos genes onde está toda a informação para a construção e funcionamento do organismo. (...) Sequenciar e mapear todos os genes dos seres humanos, que no seu conjunto é conhecido como genoma, foi o objetivo do “Projeto Genoma humano”, este fato foi uma das maiores façanhas da história da humanidade.”*

Importa ressaltar que o trecho destacado apresenta o conteúdo a ser trabalhado em paralelo ao Currículo Mínimo, no 4º bimestre para turmas de 1º Ano do Ensino Médio. A primeira coleta de dados foi feita exatamente no 4º bimestre do ano letivo, logo, a expectativa era a de que muitos alunos soubessem do que se tratava o tema central da pesquisa: Genoma.

Nas respostas escritas dos alunos, foram encontradas frases como:

*“Nunca ouvi falar em Genoma... isso é um país?”* (Aluno 87, 3º Ano, escola C)

*“Já ouvi falar em genética, acho que Genoma deve ser algo ligado a genética”* (Aluno 82, 3º Ano, escola A)

*“Genoma é uma doença?”* (Aluno 16, 1º Ano, escola B)

Nos trechos destacados acima, é possível notar um grande distanciamento do conceito científico de Genoma com as respostas dos alunos.

Através das perguntas de número cinco e seis do questionário (Apêndice B) foi possível identificar respectivamente que, os estudantes não se recordavam de ter assistido algum filme falando sobre o tema Genoma embora apontassem uma preferência pelo gênero Ficção

---

<sup>44</sup> Caderno de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorregulada – 04. Disponível em: <http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/>

Científica (FC). Dentre os 197 estudantes pesquisados em 2013, 169 (cerca de 86%) marcou no questionário a opção FC em primeiro lugar, seguida dos gêneros “Suspense” assinalados em 147 questionários (75%) e “Aventura”, marcados em 131 (67%), lembrando que esses últimos também podem estar embutidos num filme de FC.

Quanto à apreciação por filmes, em geral, os alunos relataram também gostar de assistir na escola. Os filmes mais citados pelos alunos foram “Planeta dos Macacos”, “*Jurassic Park*”, “Eu Sou a Lenda” como exemplo daqueles assistidos em aulas de Biologia. Nesse contexto, 128 alunos (65%) expressaram através do questionário, já ter assistido algum filme na escola, mas que não se recordavam de ter discutido algum tema ligado à matéria escolar. A grande maioria assinalou a opção “escola municipal” onde assistiram mais filmes. Ainda nos resultados encontrados na pergunta de nº 7 (a) do questionário, quase todos os alunos afirmaram que os filmes podem ser bons recursos para chamar a atenção para algum conteúdo. Como sugestão de filmes para a presente pesquisa, 138 alunos (cerca de 70%) comentaram que seria importante trazer para as aulas de Biologia filmes de Ficção Científica. Quando perguntados o porquê dessa sugestão, muitos alegaram que *“esse gênero é bem legal, mas traz muitos erros de Ciências que deveriam ser explicados pelo professor”*.

Segundo Piassi e Pietrocola (2009), a Ficção científica se propõe a veicular ideias e não a explicar o que é ciência. No entanto, ela é didática e contém elementos contrafactuais que podem potencializar a própria compreensão da natureza da ciência.

Alguns elementos contrafactuais foram identificados por esses autores e categorizados como:

- Emulativos: Reproduzem de forma mais ou menos fiel o que é aceito cientificamente;
- Extrapolativos: Extrapolam ideias científicas a partir do que já é conhecido;
- Especulativos: Imaginam poder acontecer, mas é incerto;
- Anômalos: Rompem literalmente com o que é conhecido;
- Associativos: Unem ideias conhecidas para imaginar o desconhecido;
- Apelativos: Traz justificativas científicas para algo inimaginável;
- Metonímios: Usa termos cientificamente conhecidos para justificar hipóteses;
- Inalterados: Usa elementos do cotidiano para ideias cientificamente inviáveis.

Para os autores, todos os elementos contrafactuais têm potencial de trabalho em sala de aula, mas *“somente quando o professor for capaz de ver algo além da superfície é que poderá*

*mostrar aos alunos aquilo que não é imediatamente visível, de levá-los a refletir sobre a própria construção de seu conhecimento” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.358).*

No contexto pedagógico, Freire (1996) nos diz que aprender é uma aventura criadora; portanto, algo muito mais rico e complexo do que memorizar e repetir aquilo que está na lousa, no livro ou em algum material didático. Aprender é pensar em construção e reconstrução a todo o momento. No entanto, é preciso compreender que cada indivíduo apresenta uma forma peculiar de aprender e essa peculiaridade pode ser vista na maneira pela qual ele é capaz de conceber as novas informações e processá-las como conhecimento.

Portanto, embora existam estudos que mostrem a imensa dificuldade dos alunos em conceber a organização do genoma (LEWIS e WOOD-ROBINSON, 2000), a expectativa era de que um maior número de estudantes mostrasse, ainda que de forma peculiar, algum conhecimento sobre esse tema.

Diante dos resultados encontrados, o segundo passo foi entrevistar os professores de Biologia das turmas pesquisadas a fim de levantar que práticas educativas eram usadas no ensino do genoma. Os resultados encontrados bem como outros dados relevantes sobre o uso de filmes em sala de aula serão mostrados a seguir.

### **5.3.2. Entrevistas com os Docentes**

A entrevista com os docentes partiu da necessidade de se identificar atividades realizadas no ensino de Biologia nessas escolas bem como inserir sugestões de professores nas atividades a serem realizadas nas oficinas didáticas. Para obter informações mais detalhadas como: tempo de magistério, práticas pedagógicas mais frequentes, possibilidades ou entraves quanto ao uso de filmes em sala de aula ou mesmo sugestões sobre filmes no ensino de Biologia, entrevistas individuais foram feitas com os professores.

As entrevistas individuais foram realizadas no ano 2013 com oito professores de Biologia, ou seja, aqueles que, na época, lecionavam para as turmas participantes da pesquisa e que aceitaram através da assinatura do TCLE, que seus dados fossem validados. De acordo com Fontoura (2011), não existe um número mínimo ou máximo de entrevistas em uma pesquisa qualitativa. Assim, como o N=8 correspondia ao número de docentes que lecionavam para o grupo de alunos participantes das quatro escolas pesquisadas, consideramos relevante tais informações para as discussões das próximas etapas.

Para tanto, foi feito um roteiro de entrevista (semiestruturada) que se encontra no Apêndice C. A entrevista foi previamente agendada com os professores de acordo com a

disponibilidade de horário nas escolas. Cada entrevista teve duração média de 30 minutos. Dois professores preferiram escrever suas respostas no roteiro da entrevista a ter suas informações anotadas ou gravadas.

Buscou-se inicialmente identificar dados sobre tempo de magistério, formação acadêmica, recursos utilizados no ensino, dificuldades em ensinar determinados temas em Biologia, assim como a frequência do uso de filmes ou vídeos em sala de aula.

Seguindo as orientações de Fontoura (2011), as respostas obtidas nas entrevistas foram transcritas na íntegra e uma leitura atenta foi realizada. No entanto, apenas os dados mais relevantes foram discutidos neste texto.

Quanto aos dados pessoais dos docentes, a faixa etária variou de 36 a 50 anos e o tempo de magistério na rede pública estadual de ensino, na disciplina Biologia, variou de seis a 25 anos, ou seja, todos veteranos. Quando perguntados sobre o tempo de formação (ano em que concluíram a graduação), todos relataram ter concluído há dez anos ou mais.

Quanto à formação acadêmica, três haviam concluído a graduação em universidade pública e cinco, em faculdade particular. Todos os oito professores haviam cursado licenciatura plena em Biologia. Quatro deles tinham apenas a graduação completa, três deles, especialização em áreas afins a Biologia, porém, não em ensino e um dos professores tinha o grau de Mestre em Ensino em Biociências e Saúde pela Fiocruz.

Pesquisas voltadas ao docente têm mostrado que a licenciatura não é apenas o *“lugar de início e, muito menos de término”* no processo de formação do professor (PEREIRA-FERREIRA, 2012, p.10). Porém, muitos trabalhos enfatizam deficiências na formação acadêmica do professor de Biologia sendo, as principais, na relação teoria/prática, fragmentação do currículo, modelo pedagógico tradicional na atuação e avaliação de alunos, falta de recursos didáticos, inclusive tecnológicos.

Quanto aos recursos tecnológicos disponíveis em cada escola pesquisada e a frequência no cotidiano de trabalho dos professores de Biologia entrevistados, os resultados foram disponibilizados na Tabela 5.6.

**Tabela 5.6 - Dados sobre recursos tecnológicos utilizados pelos professores de Biologia das escolas A, B, C e D**

Escolas	Nº de professores participantes	Recursos tecnológicos disponibilizados pela escola	Recursos utilizados pelos professores e frequência	Filmes exibidos em sala de aula	Conceitos que buscaram ensinar com os filmes	Como utilizaram o filme
A	2	TV, DVD, projetor e retroprojetor	Todos os citados, bimestralmente	“Epidemia” e “Contágio”	Respiração, reprodução e metabolismo energético	Para discutir o enredo da estória com a turma
B	2	TV, DVD, projetor, retroprojetor, microcomputador ( <i>netbook</i> ) e projetor interativo	Exceto o projetor interativo (que não é usado), utilizam todos os demais recursos no máximo uma vez por bimestre	“Gattaca”, “Osmose Jones” e documentários	Circulação sanguínea, imunidade, herança genética, mutação, preconceito	Ressaltar as “incoerências” científicas do filme e ensinar o “certo”
C	3	TV, DVD, projetor e retroprojetor	Apenas um professor utiliza tais recursos bimestralmente	“Planeta dos macacos”, “Meninas” e “Vida de inseto”	Mutação, DSTs, gravidez, comportamento animal	Introduzir e/ou discutir o conteúdo
D	1	TV e DVD	Utiliza apenas os recursos que a escola têm bimestralmente	“Ilha das flores”, “Rei Leão”, “Pocahontas”, “Guerra Mundial Z”	Ecologia, Comportamento humano e animal, epidemias	Para dinamizar as aulas

**Fonte: Dados da Pesquisa**

A partir da Tabela 5.6 é percebido que os professores utilizavam filmes diferentes para abordar os mesmos conteúdos como: mutação biológica, reprodução humana e comportamento animal. Foi perguntado se os filmes citados foram trabalhados (ou apenas exibidos) em sala de aula naquele ano letivo com as turmas pesquisadas. A resposta dos professores foi “sim”, ao menos em um bimestre. Esse relato contradiz a fala dos discentes, que alegaram não ter discutido os filmes exibidos pelos professores como matéria a ser aprendida, apenas assistiram como entretenimento.

Mais relevante do que saber os recursos tecnológicos que cada escola dispunha era saber como os professores os utilizavam, com que finalidade. Como foi observado, atividades didáticas utilizando filmes eram usadas por esses professores com pouquíssima frequência. Se for considerado que um bimestre tem em média, dois meses e meio e que semanalmente um professor de Biologia tem dois tempos de aulas com a turma (com duração de 50 minutos cada aula), ele teria mais ou menos 20 tempos de aula em cada turma, por bimestre. Visto que exibir um filme para uma turma requer, no mínimo, dois tempos de aula, faz-se necessária

uma reflexão e estratégias sobre as possíveis formas de uso desse filme em sala de aula. Diante do tempo disponibilizado, dos recursos, dos conteúdos obrigatórios e do nível acadêmico dos alunos, é preciso que o professor disponibilize tempo fora do expediente para elaborar maneiras para trabalhar cenas e discussões que levem os alunos a aprendizagem do que se pretende.

Os professores 1A e 2A, entrevistados na escola A, disseram usar todos os recursos disponibilizados pela escola com o intuito de introduzir algum conteúdo ou discutir o enredo da estória com a turma. De acordo com um desses professores, o uso de filmes certamente facilita a aprendizagem, mesmo que esse conteúdo não seja discutido com a turma. Os professores da escola A julgam a utilização de filmes em sala de aula como um recurso muito bom, porém, a falta de tempo faz com que esse recurso seja usado esporadicamente.

Quando perguntados sobre o ensino do genoma, saúde e biotecnologia, todos afirmaram que costumam ensinar sim, os três temas, já que são obrigatórios e interligados a outros conteúdos presentes no currículo mínimo, mas sempre em aulas tradicionais, sem uso de recursos atrativos. Em geral, os professores alegaram falta de materiais para o ensino do tema genoma, considerando difícil de ser ensinado.

Na escola B os professores 1B e 2B alegaram utilizar em sala de aula microcomputador e projetor para exibir filmes, porém, esporadicamente. Foi percebido que os conteúdos que os professores buscavam ensinar através dos filmes e documentários eram aqueles tradicionais, como circulação sanguínea, imunidade, herança genética. Ao se tratar de filmes de Ficção Científica, a professora 2B relatou usar os filmes para enfatizar ou ressaltar os “erros científicos” contidos em algumas cenas. Os professores da escola B, em geral, concordaram que devido a extensão dos conteúdos do currículo de Biologia, quase não usam esses recursos, mas acham muito bom ou excelente o uso de filmes como recurso didático.

Na escola C, dentre os três professores entrevistados (1C, 2C e 3C), apenas o professor 1C afirmou utilizar os recursos tecnológicos em sala de aula. Os outros dois professores alegaram usar apenas o quadro branco e o livro didático em suas aulas. Segundo o relato do professor 1C que usa filmes como recurso didático *“os filmes são ótimos para discutir o enredo da estória com a turma ou apenas algumas cenas para discutir os conteúdos desejados”*. Esse professor não vê nenhuma dificuldade em usar esse recurso em sala de aula e afirmou usar com mais frequência, pequenos vídeos do *YouTube*.

Os professores da escola C disseram que costumam ensinar os conteúdos sobre genoma, saúde e biotecnologia a partir de situações do cotidiano, atualidades presentes em mídias, fazendo júri simulado e discussões com os alunos.

Na escola D, o único professor que participou da pesquisa foi chamado de D1. Ele alegou usar todos os recursos tecnológicos disponibilizados pela escola para projeção de figuras e esquemas anatômicos, filmes e documentários, mas esporadicamente. Os filmes já exibidos às suas turmas foram: Ilha das Flores, Rei Leão, Pocahontas, Guerra Mundial Z.

Através da entrevista, foi possível detectar falas como:

*“Usar filmes é muito bom...mas não tenho tempo pra isso(...) e os próprios alunos, às vezes, não prestam atenção no filme. Perdemos maior tempo para montar tudo e eles nem ligam para isso, preferem a aula...”* (Professor 1A, escola A)

*“O filme é um recurso bem bacana e utilizo para chamar a atenção para alguma matéria que julgo difícil ou entediante...mas é difícil até para mim captar algumas coisas no filme e discutir com eles...(rsrs)”*(Professora 2B, escola B).

*“Uso filmes mais no final do bimestre...quando a matéria já está adiantada e as provas já foram feitas...às vezes, aproveito até para corrigir provas enquanto eles assistem..(rsrs)”*  
*“...aqui, não vejo ninguém passar filme, quanto mais pra ensinar...”* (Professor 1C, escola C).

*“Passo filme para meus alunos e discuto com eles o que acho interessante, mas quando faço isso, não dá tempo para dar aula.”* (Professor 1D, escola D).

Interessante notar que, embora concordem que filmes sejam bons recursos didáticos, não o fazem como estratégia de ensino antecipando o bimestre, por exemplo. Alguns aspectos interessantes nas falas de professores e alunos podem ser levantados somente nesses trechos da entrevista.

Como citou o professor 1D: *“(...) quando faço isso, não dá tempo para dar aula”* mostra claramente que, para ele, a concepção de aula seja apenas aquela em que professor escreve no quadro o conteúdo obrigatório. Nesse aspecto, a teoria da aprendizagem significativa crítica ressalta que embora a educação tenha passado por muitas configurações desde seus primórdios, as raízes da metodologia tradicional ainda parecem sustentar todo o sistema, pois um dos conceitos que ainda permanecem é o de que *“o conhecimento é transmitido, que emana de uma autoridade superior e deve ser aceito sem questionamento”* (MOREIRA, 2011). Uma aula dialógica, um debate sobre determinado assunto, em que o professor deixe de ser o detentor da “verdade” parece estar longe das salas de aula no Século XXI. Importa ressaltar que, em geral, mesmo os professores que alegaram utilizar filmes, documentários e outros recursos didáticos enfatizaram que a falta de tempo para preparo dessas atividades, é um entrave.

Para alguns professores, é difícil captar no filme, algo que possa relacionar com o conteúdo escolar (professora 2B) e entenda preferível utilizar o tempo de aula, com o livro

texto ou o quadro de giz, já que os alunos só entendem esse procedimento como aula (professor 1A) ou há docente que prefira exibir o filme para ter tempo para outra tarefa - a de “corrigir provas” (professor 1C).

Sem adentrar a seara do que pensam alguns professores sobre a atividade docente percebe-se a necessidade de aproximações entre a realidade vivida pelos professores em seu contexto de trabalho e as teorias de ensino.

Diante dessa percepção, perguntamos aos professores sobre a possibilidade de utilizarem um material didático elaborado por nós, pesquisadores, com cenas de filmes para o ensino do Genoma, um passo-a-passo no formato de um “Guia do Educador”. As respostas, em geral, foram “sim”, mas alguns enfatizaram que jamais “perderiam tempo” fora da escola para elaborar uma aula assim. A professora 2B disse que *“primeiro deveria ver o material para saber se daria tempo para ensinar outros conteúdos”*. Os outros cinco professores afirmaram que “usariam sim, mas o ideal é que o material abordasse vários temas do currículo de uma só vez”.

Em entrevista ainda perguntamos se na graduação foram estimulados a usar materiais didáticos diversificados em sala de aula. Em resposta, alguns afirmaram:

*“Na graduação, tudo parece maravilhoso, aquelas teorias e práticas era tudo que eu queria fazer no magistério, mas a realidade é outra. Não tenho mais vontade de fazer nada...os alunos não querem saber de nada que fazemos e eu não vou perder tempo em trazer algo para ser ignorado...”* (professor 2A).

*“Na época de faculdade acreditamos em tudo (...) inclusive que a educação tem futuro, mas... quando chegamos aqui é que vemos como é difícil trabalhar do jeito que queremos (...) o sistema nos engessa.”* (professor 1B).

Os depoimentos acima mostram indícios de quanto os docentes pesquisados se encontram desanimados e sem perspectivas para com a educação. Mesmo em situações de trabalho um pouco diferentes, já que o interesse do alunado na escola B parece maior que os das outras escolas, os professores entrevistados mantêm posturas e falas muito semelhantes, de que não vale a pena investir em métodos diferenciados, pois a realidade da sala de aula é outra.

Libâneo (2002) comenta que os desafios do magistério são muitos e que não são apenas os professores da rede pública que pensam assim e desistem da profissão. O autor acrescenta que:

*“Novas exigências educacionais pedem às universidades e cursos de formação para o magistério um professor capaz de ajustar sua didática às novas realidades da sociedade, do conhecimento, do aluno, dos diversos universos culturais, dos meios de comunicação. O novo professor precisaria, no mínimo, de uma cultura geral mais ampliada, capacidade de aprender a aprender, competência para saber agir na sala de aula, habilidades comunicativas, domínio da linguagem informacional, saber usar meios de comunicação e articular as aulas com as mídias e multimídias.” (LIBÂNEO, 2002, p.4)*

A tabela 5.7 mostra os principais conteúdos tidos pelos professores como difíceis de serem ensinados e aqueles que julgam os mais difíceis para a compreensão de seus alunos.

O conteúdo mais citado pelos professores foi biotecnologia, tanto para ensinar quanto por parte dos alunos em aprender. Genética e Evolução também foram citados como difíceis de serem compreendidos.

**Tabela 5.7 - Conteúdos ditos mais difíceis de ensinar/aprender segundo os professores de Biologia pesquisados**

Conteúdos citados pelos professores	Nº de relatos / mais difíceis de serem ensinados	Nº de relatos / mais difíceis de serem aprendidos pelos alunos
<b>Biotecnologia</b>	4	7
<b>Metabolismo Energético</b>	3	5
<b>Fotossíntese</b>	3	3
<b>Evolução</b>	1	3
<b>Genética</b>	1	2
<b>Nenhum</b>	1	-

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Pesquisas nacionais e internacionais chegaram a resultados semelhantes e algumas concluíram que, se bem compreendidos, esses conceitos poderiam facilitar a compreensão de temas centrais na Biologia. No entanto, até mesmo os professores têm dificuldades em compreendê-los (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; ANDO *et al.*, 2008; KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; LEWIS; KATTMANN, 2004; TEKKA YA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001; BANET; AYUSO, 2000; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999).

Pesquisa realizada por Karagoz e Çakir (2011) com 70 professores de Biologia do Ensino Médio mostra que os conhecimentos desses profissionais sobre temas em genética é incompleto e que é preciso ter o raciocínio sobre os procedimentos que envolvem, por exemplo, o material genético para uma compreensão mais ampla sobre os conceitos afins.

No entanto, conteúdos do campo da genética fazem parte do currículo obrigatório para as últimas séries da Educação Básica e são entendidos como fundamentais à formação do cidadão no século XXI (BRASIL, 2002).

Segundo Moreira (2011):

*“A escola ainda transmite a ilusão da certeza, mas procura atualizar-se tecnologicamente, competir com outros mecanismos de informação e, talvez, preparar o aluno para a sociedade do consumo, para o mercado, para a globalização. Tudo fora de foco.” (op. cit., p. 225)*

Coadunando com Moreira (2011), somente um ensino focado na formação de uma postura crítica prepararia os jovens para a sociedade contemporânea. Diante dessa perspectiva, mais que saber o conceito de Genoma e procedimentos biotecnológicos afins, os alunos precisam ser preparados para questioná-los, ou seja, saber perguntar sobre eles, distinguir possíveis avanços ou retrocessos que a sociedade passou a ter com esses conhecimentos, como se apresentam no currículo escolar, como estão relacionados ao cotidiano, entre outras reflexões.

#### **5.4. OFICINAS DIDÁTICAS**

As oficinas didáticas foram elaboradas na perspectiva do diálogo e da integração de conteúdos, de maneira crítica, reflexiva (ZABALZA, 2004) e realizada em uma turma de 2º Ano do Ensino Médio de cada uma das quatro escolas pesquisadas. O critério de escolha das turmas foi com base naquela que constava do maior número de estudantes que, em 2013 já haviam participado da primeira coleta de dados.

Os alunos que outrora participaram da pesquisa e porventura estavam matriculados em diferentes turmas foram convidados a participar das oficinas, assim como os que não participaram da coleta de dados em 2013, mas que agora pertenciam ao grupo de alunos participantes foram incluídos. Os dados foram coletados mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo responsável dos menores de dezoito anos. Portanto,

as oficinas didáticas realizadas em 2014 compõem a segunda etapa de uma pesquisa iniciada em 2013, com poucas exceções, no mesmo grupo de alunos, conforme mostra a Tabela 5.8.

**Tabela 5.8 - Relação do Número de alunos participantes da primeira coleta de dados em 2013 e das oficinas didáticas em 2014, por escola**

Escolas	Nº de alunos em 2013 (1º Ano) / Nº de alunos em 2014 (2º Ano)
A	25 / 29
B	29 / 27
C	32 / 20
D	33 / 26

Fonte: Dados da Pesquisa

Em 2013 foi realizada a primeira coleta de dados com 197 alunos, sendo 119 do 1º Ano do Ensino Médio (EM) e 78 do 3º Ano do EM. Como os alunos do 3º Ano do EM já haviam se formado e não mais se encontravam na escola em 2014, somente os 119 alunos que estavam matriculados no 1º Ano no ano anterior foram procurados em suas devidas turmas. Desses 119 estudantes, 102 foram localizados em 2014, agora matriculados no 2º Ano do EM. Apenas os 102 estudantes que já haviam participado da 1ª coleta de dados em 2013 participaram das oficinas didáticas em 2014.

As oficinas didáticas foram organizadas em três Blocos Temáticos como mostra o Quadro 5.1. Os Blocos foram denominados com o tema central “Genoma” aliado a outro subtema cujos conteúdos estão relacionados ao Currículo Mínimo de Biologia designado às últimas séries da Educação Básica (Ensino Médio) pela SEEDUC.

**Quadro 5.1 - Organização dos Blocos Temáticos nas Oficinas Didáticas**

Bloco Temático 1	Bloco Temático 2	Bloco Temático 3
Tema central: <b>Genoma e Saúde</b>	Tema central: <b>Genoma e Biociências</b>	Tema central: <b>Genoma e Biotecnologia</b>
Conteúdos: Fisiologia, radiação, câncer, promoção da saúde, qualidade de vida	Conteúdos: Biodiversidade, evolução, genética	Conteúdos: Clonagem, transgenia, bioética e terapias afins

Fonte: Dados da pesquisa

Cada Bloco Temático teve a duração de 200 minutos, ou seja, dois tempos de aula por semana durante duas semanas. A cada duas semanas, um Bloco Temático específico foi trabalhado, levando cerca de dois meses a conclusão desta fase nas escolas.

A escolha dos filmes foi feita a partir de sugestões dos estudantes pesquisados através das respostas dadas no item de número seis do questionário que consta no Apêndice B.

Os filmes escolhidos para esta pesquisa foram: O Espetacular Homem Aranha (2012), *X-Men: Primeira Classe* (2011), *X-Men Origens: Wolverine* (2009), O Incrível Hulk (2008) e Quarteto Fantástico (2005). Os filmes foram trabalhados através de recortes de cenas específicas (de acordo com o Bloco Temático).

Todas as oficinas foram iniciadas com um diálogo com a turma, sendo levantadas questões específicas sobre o tema a ser trabalhado e com recursos didáticos variados (cenas fílmicas, slides, reportagens, entre outros).

Após a realização do último Bloco Temático, houve mais um encontro com esse grupo de alunos participantes visando mais discussões e uma 2ª coleta de dados, através de Mapas Conceituais (Apêndice F). Uma turma de 3º Ano do EM de cada escola foi escolhida aleatoriamente para responder o questionário que consta no Apêndice B. Essas turmas foram chamadas, nesta Tese, de turmas aleatórias. As respostas encontradas no grupo de alunos das turmas aleatórias também foram incluídas na 2ª coleta de dados desta pesquisa. Portanto, a 2ª coleta de dados foi feita com alunos que participaram das oficinas didáticas (2º Ano do EM) e também com turmas aleatórias de 3º Ano do EM. Nas turmas aleatórias, o número de alunos do 3º Ano do EM pesquisados em 2013 e em 2014 somam 150 alunos. Os resultados encontrados na 2ª Coleta de Dados se encontram no item 5.5.

#### **5.4.1. Bloco Temático “Genoma e Saúde”**

Portanto, na oficina intitulada “Genoma e Saúde” elencamos os conteúdos do campo da saúde presentes no Currículo Mínimo do Ensino Médio e discutimos com a turma os paralelos entre os filmes, o conceito de genoma e os seguintes conteúdos: efeito de radiações, drogas, hormônios, contaminação de alimentos, síndromes, entre outros temas afins. Como atividade prática foi proposto aos alunos que, a partir das cenas discutidas, escolhessem uma ou duas, relacionassem a alguma(s) reportagem (ns) e figuras entregue(s) inicialmente pela pesquisadora, assim como alguns conteúdos estudados em Biologia e construíssem um panfleto explicativo de saúde. Cada cena foi exibida a turma duas vezes e debatida entre os grupos de 3 a 5 componentes.

Os panfletos construídos, bem como a organização das ideias que fizeram parte da estruturação dos mesmos, foram expostos à turma por cada grupo. Cada grupo teve 20 minutos para a construção do panfleto e 10 minutos para a apresentação. Após a apresentação em slide, foram mostrados conteúdos do Currículo Mínimo de Biologia para o Ensino Médio. O objetivo dessa exposição de conteúdos do Currículo Mínimo foi na tentativa de fazê-los perceber conceitos de Biologia nas cenas exibidas. Desta forma, seria possível enfatizar a importância daqueles conhecimentos, rever conceitos outrora estudados e introduzir novos conceitos pertinentes àquele ano letivo aproximando saberes científicos, escolares e populares sobre o genoma.

Para Sampaio (2000), a falha na articulação entre tópicos de saúde, tecnologia e educação é em parte responsável pelo não reconhecimento público de ciência como um bem a serviço do estado de saúde. Diante desse fato, L'Abbatte (1997) complementa que instrumentos e técnicas didáticas podem auxiliar na mediação de situações e conceitos no ensino de saúde com ganhos efetivos, mas isso requer profissionais treinados (FOUREZ, 1994), e, como citado por Martins (1990b), no Brasil, a insuficiência de treinamento e recursos gera professores apáticos para propiciar sensibilização, motivação ou um enlace comunicacional entre os conteúdos obrigatórios e sua relação direta com a saúde e com os atuais temas biotecnológicos. No que diz respeito a recursos audiovisuais, Rezende Filho et al., (2015, p. 152) comentam que *“Mesmo que não tenham sido produzidas especificamente com finalidade educativa podem ser transformadas e adaptadas em direção ao que os professores identificam nelas como pertinente ao ensino (...)”*.

Há relatos que dizem que o uso de filmes em sala de aula não é algo recente. Exemplos da utilização de filmes de ficção científica no ensino formal são encontrados em literaturas que datam de 1973 corroborando resultados atuais de que os mesmos podem servir de construto do conhecimento científico (GOMES-MALUF; SOUZA, 2008). Na fala de Gomes-Maluf e Souza (2008), a ficção não é uma profecia da Ciência, mas se impregna de elementos da produção da Ciência para se fazer real perante a opinião pública. Libâneo (1994, p.43) complementa que aquilo que o estudante conhece, depende de sua realidade e muitas são as situações, no contexto de ensino, em que os estudantes não se apropriam dos conceitos pelo fato de não estarem relacionados à sua vivência ou ainda por desconhecerem a relevância para sua vida. Quando ensinado de acordo com suas experiências e capacidade mental, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado e adquire mais estabilidade, caracterizando a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 1982).

Portanto, para facilitar a visualização do recorte das cenas utilizadas nesse bloco Temático bem como a prática docente, foram organizados no Quadro 5.2 os conteúdos que constam no Currículo Mínimo de Biologia e que apresentam interfaces com as cenas trabalhadas.

**Quadro 5.2 - Quadro sistematizado dos filmes, cenas e conceitos trabalhados na oficina didática intitulada “Genoma e Saúde” (Bloco Temático 1)**

<p><b>X-Men: Primeira Classe (2011)</b></p> <p>Cena 1: 4'26" a 9'23" - Menino (Erik) revela sua mutação genética após situação de estresse e angústia.</p> <p>Cena 2: 10'36" a 11'15" - Heterocromia.</p> <p>Cena 3: 1h 18' 36" a 1h 18' 53" - Pesquisa mostra a estrutura celular de uma personagem mutante e comenta sobre envelhecimento celular.</p>	<p><b>O Incrível Hulk (2008)</b></p> <p>Cena 1: 8' 00" a 8' 45" / 13' 00" a 13' 15" - Homem morre após ingerir bebida contaminada por sangue de Hulk.</p> <p>Cena 2: 18'07" a 25'57" - Transformação de Hulk devido a aumento de batimentos cardíacos.</p> <p>Cena 3: 1h 03' 17" a 1h 03' 53" - Sintomas de Hulk pós-transformação.</p>
<p align="center"><b>Resumo do Currículo Mínimo de Biologia para o Ensino Médio da Rede Pública Estadual - 2015</b> (<a href="http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo_identificacao.asp">http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo_identificacao.asp</a>)</p> <p><b>1º Ano:</b> Morfofisiologia celular, hereditariedade; Patologias relacionadas à célula, Regulação da expressão gênica e Filogenia; Síntese de proteínas e ação dos genes; Origem da Vida; Evolução, Biodiversidade; Extinção de Espécies; Teorias de Lamarck, Darwin e Neodarwinismo.</p> <p><b>2º Ano:</b> Diversidade celular; Funcionalidade orgânica e hormônios; Funções vitais; Metabolismo energético; Fisiologia e produção de hormônios; Segurança em saúde coletiva; Energia; Adaptação; Doenças e Promoção da Saúde (uso de medicamentos, exposição a drogas, herança genética...); Doenças infectocontagiosas, hereditárias, congênitas, DSTs e aquelas provocadas por toxinas ambientais.</p> <p><b>3º Ano:</b> Projetos genomas e sua importância para o homem e o ambiente; Ética na utilização de informações genéticas na promoção da saúde humana; Humanidade e Ambiente; Ação de agentes mutagênicos no ambiente; Biotecnologia; Técnicas moleculares de engenharia genética.</p>	
<p><b>Quarteto Fantástico (2005)</b></p> <p>Cena 1: 1' 30" a 2' 45" - Pesquisas evidenciam que a radiação cósmica pode alterar o genoma humano.</p> <p>Cena 2: 16' 39" a 30' 50" - Primeiras manifestações mutantes dos personagens.</p> <p>Cena 3: 44' 10" a 57' 14" / 1h 12'31" a 1h 17'15" - Tempo de exposição à radiação pode causar danos irreversíveis.</p>	<p><b>O Espetacular Homem-Aranha (2012)</b></p> <p>Cena 1: 20' 45" a 24' 45" - Peter Parker é picado por uma aranha mutante no laboratório de pesquisa.</p> <p>Cena 2: 1h 25' 45" - Pesquisador fala que o objetivo dos cruzamentos genéticos não é mais curar doenças.</p> <p>Cena 3: 1h 41' 30" a 1h 55' 50" - Agente mutagênico aéreo é lançado na cidade e antídoto contra mutação anula a ação das biotoxinas.</p>

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Após a exibição de determinada cena, alguns conceitos científicos atrelados ao Currículo Mínimo foram ressaltados e a participação dos alunos, com seus conhecimentos prévios, valorizado. Por exemplo, o recorte das cenas 1, 2 e 3 de “X-Men Primeira Classe” foram utilizadas visando a abordagem dos conceitos: genes e o comportamento humano. O debate foi conectado à cena 2 de “O Incrível Hulk”, em que aborda o aumento de batimentos cardíacos do protagonista após situação de estresse. Conteúdos como produção hormonal e expressão gênica foram enfatizados (conteúdos do 2º Ano do Ensino Médio, de acordo com o currículo). A produção e a ação de hormônios animais foram explicados e relacionados às

cenar, além de relatos verídicos sobre comportamentos humanos sob a ação dos genes. Essa base científica pode ser encontrada em Murakami (2008).

As cenas 2 e 3 de “*X-Men*” foram debatidas paralelamente visando potencializar conhecimentos sobre a estrutura celular, sobretudo o núcleo eucariota e as alterações que podem ocorrer no material genético sob a ação de agentes mutagênicos. Dentre os agentes mutagênicos, estão certos tipos de radiação, drogas, álcool, alimentos industrializados e o fator hereditariedade, ou seja, conteúdos presentes no currículo de Biologia que compõem o Ensino Médio regular. Alguns tipos de mutações genéticas foram abordadas e o tema “preconceito” discutido.

Através do debate, foi possível chegar a conclusões interessantes sobre prevenção e cuidados com a saúde e que pequenas modificações do DNA nem sempre conferem um defeito, uma anomalia, mas também pode evidenciar adaptação e até mesmo diversidade dentro de uma espécie.

A cena 1 do filme “*Quarteto Fantástico*” foi fundamental para ratificar que determinados agentes mutagênicos podem causar sérios danos ao material genético. Okuno (2007) apresenta alguns exemplos de agentes mutagênicos que embasam cientificamente a escolha de algumas cenas apresentadas nesse filme. A cena 2, por exemplo, reforça o conceito de que o tempo de exposição a determinado agente mutagênico, como a quantidade de radiação a que um indivíduo é exposto, pode fazer com que as consequências celulares sejam permanentes (*op. cit.*, 2008). A cena 3 permite a compreensão de que, embora vários indivíduos de uma mesma espécie sejam expostos a um mesmo agente mutagênico, as expressões genéticas (manifestações do gene) podem ser diferentes (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; OKUNO, 2007).

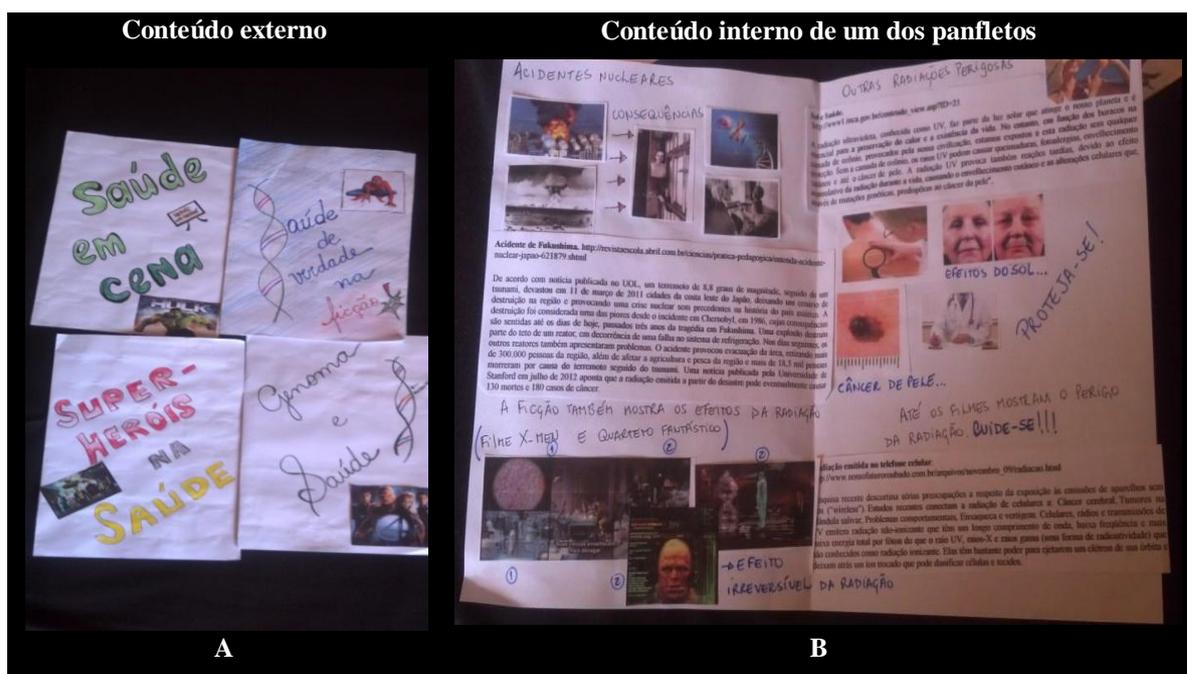
No contexto das radiações ionizantes ou não ionizantes, as drogas ilícitas, assim como alguns medicamentos utilizados indevidamente, podem ser incluídas como substâncias mutagênicas. Substâncias mutagênicas podem causar diversas mudanças no material genético, inclusive câncer (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Os efeitos das drogas como maconha, heroína, cocaína, ecstasy e outras podem ser debatidos com os alunos utilizando a cena 3 do filme “*O Incrível Hulk*”, embora os sintomas do personagem não sejam de overdose por drogas, podem ser assemelhados a overdose por adrenalina, consequências de uma mutação.

A cena 1 de “*O Incrível Hulk*” e as outras três cenas recortadas do filme “*O Espetacular Homem-Aranha*” podem enredar uma boa discussão com os alunos sobre fontes de contaminação alimentar por bactérias, protozoários ou animais. Nesse debate, devem ser incluídos métodos profiláticos e tratamentos eficazes em caso de infecção. A riqueza de

conteúdos que podem adentrar os debates com a turma pode abarcar ainda os temas vacinação e biotecnologia, presentes no Currículo Mínimo.

Como atividade prática, os alunos deveriam, em grupo, escolher as cenas, o tema e as reportagens que mais se adequavam para explicar, no panfleto, os riscos e cuidados necessários para a manutenção da saúde. Após a construção dos panfletos, os grupos deveriam apresentá-lo à turma e discutir a razão da escolha pelo tema e as dificuldades encontradas na construção do panfleto.

A Figura 5.17 mostra quatro exemplos de capa dos panfletos construídos pelos alunos nas quatro escolas participantes da pesquisa. O panfleto cujo interior apresenta-se em destaque mostra a conexão das cenas apresentadas com o conteúdo escolhido pelo grupo: Radiação. O grupo relacionou figuras como a da bomba atômica e do acidente nuclear em Fukushima aos efeitos da radiação mostradas nos filmes *X-Men: Primeira Classe* e *Quarteto Fantástico*. Os efeitos nocivos da radiação solar e a importância da prevenção e os cuidados com a saúde ficaram evidentes no panfleto, como também pode ser visto na Figura 5.17.



**Figura 5.17 - Exemplos de panfletos de saúde construídos por alunos durante oficinas com o uso de filmes de Ficção Científica. A. Capa de alguns panfletos construídos pelos alunos. B. Exemplo de conteúdo interno de um dos panfletos**  
**Fonte: Dados da Pesquisa**

No exemplo destacado na Figura 5.17B, os alunos abordaram o perigo da radiação nuclear e solar sobre o material genético em conexão com o filme *Quarteto Fantástico*. De forma similar, outros panfletos destacaram cenas dos filmes trabalhados em conexão a conteúdos de saúde, como câncer e drogas. Os principais comentários feitos pelos alunos

foram de que, apesar de conhecerem os super-heróis mostrados em cada cena, nunca tinham reparado, no filme, a relação de uma cena qualquer com o que estudavam nas aulas de Biologia, na escola. Comentaram que sempre pensaram nas estórias de super-heróis como plena fantasia, mas com grande afeição.<sup>45</sup>

Em pesquisas sobre a relação dos super-heróis com a cultura e a sociedade, Viana e Reblin (2011) comentam que a riqueza simbólica das tramas apresentadas nos filmes de superaventura pode desencadear uma série de representações singulares. Essas representações podem enriquecer valores culturais e ajudar os professores a trabalhar, inclusive, as emoções humanas, apresentando grande potencial em diferentes disciplinas escolares (VIANA; REBLIN, 2011, p. 122 e 123).

Napolitano (2013) enfatiza que:

*“Trabalhar com o cinema em sala de aula é ajudar a escola a reencontrar a cultura ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é o campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte”* (NAPOLITANO, 2013, p.11).

Ao participar da oficina, o segundo maior desafio relatado pelos alunos foi escolher uma ou duas cenas exibidas, organizá-las em um pequeno panfleto e resumir, de forma educativa e simples, o tanto de conteúdos que conseguiram conectar ao currículo e que achavam importantes.

Diante desse resultado, importa ressaltar que, ao final do ano 2013, 90% desse grupo de alunos mostrou, em questionário e entrevista, não saber definir “Genoma” tampouco contextualizá-lo com assuntos pertinentes ao Currículo Mínimo de Biologia para a série em que estavam matriculados. Após a atividade, foi percebida uma aproximação de saberes e a resignificação não só dos conceitos científicos que antes poderiam estar associados exclusivamente à ficção, mas uma nova forma de ver e compreender os conteúdos escolares obrigatórios. Nesse sentido, David Ausubel (2003) define a aprendizagem significativa como aquela que atribui significados que ancorem de forma substantiva (não literal) e não arbitrária, os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios do indivíduo. Para ele um significado pode ser uma imagem, um símbolo, uma proposição ou um conceito, já significativos para o aluno (*op.cit.*, p.8).

---

<sup>45</sup> Os resultados encontrados a partir dessa oficina foram publicados na Revista Praxis, em 2015. Disponível em: <http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/14/47-56.pdf>

Logo, a aprendizagem significativa tem por base a ideologia construtivista, concebendo a ideia de que o indivíduo não é passivo aos estímulos externos, afinal, sempre busca uma forma de interagir com eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento de forma cada vez mais elaborada (LA TAILLE; OLIVEIRA; DANTAS, 1992). Essa ideologia tem como base que aprender, assim como ensinar, é algo que diz respeito a construir um novo conhecimento, descobrindo uma nova forma de percepção para um dado fenômeno.

A aproximação de conceitos científicos e escolares é algo almejado no ensino das biociências e intrínseco à aprendizagem significativa, uma vez que, é pela ancoragem dos novos conhecimentos às ideias prévias que os indivíduos tornam-se capazes de organizar, de forma hierarquizada, o conhecimento, trazendo significados permanentes à sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003).

Pode-se entender que a atividade proposta facilitou a conexão de conteúdos escolares que constam no Currículo Mínimo através da curiosidade ou do interesse dos discentes em buscar, nas cenas dos filmes de ficção exibidos, algo que pudesse estar relacionado à ciência. E apesar da ficção científica não ter o objetivo de ensinar Ciências, ficou claro que é possível, ver conhecimento científico, e não apenas especulação científica, em obras de ficção científica do gênero superaventura (GRESH; WEINBERG, 2005).

Não é a toa que as ciências sociais e humanas têm se voltado ao estudo das “influências” midiáticas no comportamento e aprendizado humano. Viana e Reblin (2011) enfatizam que a sociedade apresentada nas narrativas da ficção não é apenas aquela em que vivemos, mas a que tememos, almejamos ou sonhamos, por isso, muitos se apropriam dela. No mundo dos super-heróis, os superpoderes são frutos de um processo de evolução da espécie que, pelos passos largos que a ciência tem dado rumo ao genoma e à biotecnologia, torna-se um “mito moderno” (VIANA; REBLIN, 2011) e um interessante campo de investigação no ensino das biociências.

Krasilchick (2004) acrescenta que o desafio de agregar novos conceitos aos conceitos tradicionais do ensino de ciências é fundamental para a formação que se espera do indivíduo no século XXI, mas para isso, é necessária uma atuação docente consistente. Esta aproximação de saberes contribuirá no sentido de minimizar a alienação da sociedade diante das descobertas científicas de seu tempo e permitirá que muitos desses conhecimentos científicos atuais ultrapassem os muros das escolas gerando melhoria da qualidade de vida dos alunos. Portanto, com esses desafios, especialmente na genética, a educação brasileira precisa adequar-se a esta realidade, aproximando a escola dos novos conceitos (INOCÊNCIO *et al.*, 2001).

#### 5.4.2. Bloco Temático “Genoma e Biociências”

Visto que o tema Genoma tem imbricações com muitos conteúdos do curso de Biologia na Educação Básica, a oficina “Genoma e Biociências” buscou relacionar o tema com Evolução, Seleção Natural, Biodiversidade e Adaptação, de forma dialógica.

Para começar esta oficina, exibimos em *PowerPoint* uma linha do tempo construída pela autora (Apêndice E2), situando as principais descobertas da Biologia Evolutiva e do Genoma com eventos marcantes da História Mundial, como a Segunda Guerra. Nesse diálogo, comentamos que a criação dos super-heróis dos filmes apresentados nas oficinas didáticas data do período Pós-Guerra e têm relação direta com as descobertas mais impactantes da Ciência do século XX: A Bomba Atômica (Física) e o Genoma (Biologia).

Parte dos resultados desta atividade gerou um artigo que foi publicado na Revista Genética na Escola na seção “Material Didático” em 2016. Este material cumpre com o último Objetivo Específico proposto e outro artigo está sendo escrito a partir de cenas dos demais filmes utilizados nas oficinas.

Esse material didático foi intitulado “Guia do Educador para o Filme *X-Men Primeira Classe*” e se encontra na versão completa no item 5.7.1.

Além do filme *X-Men primeira Classe*, algumas pequenas cenas de “*X-Men Origens: Wolverine*”, “*O Incrível Hulk*”, “*O Espetacular Homem-Aranha*” e “*Quarteto Fantástico*” também foram utilizadas e discutidas com as turmas neste Bloco Temático (Bloco 2).

O roteiro desta oficina foi composto por duas etapas e começou com um convite a percepção, seguido da exibição de algumas cenas e discussão orientada.

Durante os 15 ou 20 minutos iniciais com a turma, foi buscado, em diálogo com a turma, identificar a relação dos alunos com os filmes que seriam exibidos e, caso já tivessem assistido por completo, que visão tinham dos filmes ou do gênero Ficção Científica. Apesar de já ter acontecido a primeira oficina, esse diálogo foi resguardado para esse segundo tema, já que a expectativa era de que os alunos estabeleceriam algumas conexões entre as características dos personagens com conteúdos de Biologia, como Mutação e Evolução, por exemplo.

Foi ressaltado que os filmes de FC não têm o intuito de ensinar conceitos científicos, entretanto, apresentam grande potencial a ser explorado em diferentes áreas do saber. Por isso, o convite à percepção!

Perguntas introdutórias como: “*Vocês acham que a “Biologia” está presente nos filmes “X-Men”, “Hulk”, “Homem-Aranha” e “Quarteto Fantástico”?*”

Como as respostas, em geral foram positivas, prosseguimos com outra pergunta: “De que forma vocês perceberam isso?” “Vocês lembram em que momentos (cenas) perceberam a presença da “Biologia” nos filmes”?

Alguns alunos comentaram que isso poderia ser possível, já que os filmes falam de alteração no corpo humano e a ciência está muito avançada nesse sentido, porém, nenhum aluno falou com precisão que os filmes falam sobre alteração no Genoma ou relatou uma cena específica.

Portanto, a oficina prosseguiu de acordo com o roteiro planejado, caminhando para a segunda etapa. A segunda etapa foi dedicada a exploração das cenas fílmicas que foram previamente selecionadas. Esta etapa durou, em média, dois tempos de aula por semana, ou seja, 100 minutos. Como as oficinas foram organizadas por Blocos Temáticos, nesse segundo bloco optamos por fazer a discussão das cenas em duas partes, uma em cada semana.

Portanto, após a exibição e discussão das cenas com toda a turma num primeiro momento, na semana seguinte a turma foi dividida em grupos de 4 ou 5 alunos para nova visualização e discussão. Os grupos de estudantes deveriam expor suas ideias sobre as interfaces entre genoma e biociências para a turma.

As cenas trabalhadas neste Bloco Temático se encontram no Quadro 5.3.

**Quadro 5.3 - Recorte das cenas trabalhadas na Oficina “Genoma e Biociências”**

<i>X-Men: Primeira Classe</i>	<i>X-Men: Origens (Wolverine)</i>	<i>O Incrível Hulk</i>	<i>Quarteto Fantástico</i>	<i>O Espetacular Homem-Aranha</i>
4’26’’ a 9’23’’ (Genes e Evolução) 50’ 25’’ a 50’48’’ (Adaptação e Neodarwinismo).	48’ 53’’ a 49’ 28’’ / 1h 21’ 31’’ a 1h 22’ 28’’ Mutantes como “filhos do átomo” e evolução das espécies	32’30’’ ideias de seleção racial	42’ a 42’ 18’’ o que é o DNA mutado.	30’05’’ a 41’25’’ explicações sobre o experimento científico. 1h33’15’’ a 1h 34’: Genoma e Evolução.

**Fonte: Dados da Pesquisa**

De forma sucinta, destacamos a seguir algumas falas que podem fomentar algumas discussões sobre esse Bloco Temático.

A compreensão dos alunos quanto ao tema “Evolução das espécies” pareceu bem diversificada e um tanto distante do conceito aceito pela comunidade científica. Quando

perguntados sobre o que entendem por “evolução das espécies”, foram encontradas respostas, como:

*“Evoluir é o mesmo que se modernizar...”* (Aluna 7, escola A)

*“Acho que evolução é uma modificação nas características, por exemplo: tinha asa e agora não tem mais...”* (Aluno 13, escola B)

*“Evolução é uma coisa que acontece que os seres vivos mudam com o tempo”* (Aluno 25, escola C)

*“Evoluir é seguir pra frente... não tem evoluído no passado (...). Na Biologia, o que existe hoje é o que evoluiu... eu acho”* (Aluno 37, escola D)

A partir das respostas dos discentes, a pesquisadora prosseguiu buscando, através de mais perguntas, fazer com que os alunos se expressassem ou questionassem mais sobre o tema Evolução. Interrogou a turma:

*“Ela (a evolução) tem uma finalidade?”* (pesquisadora)

A aluna 7 novamente respondeu, dando continuidade ao seu raciocínio:

*“Acho que sim... evoluir é ficar melhor... acho que é isso (rsrs), pra se adaptar melhor, sei lá (rsrsrs). Não dizem isso assim: Tá na hora de evoluir?”* (Aluna 7, escola A)

*“Acho que nem sempre a evolução acontece pra melhor, mas se for, é bom para a espécie...”* (Aluno 25, escola C)

Prosseguindo, a pesquisadora perguntou:

*“Se a evolução é sempre para melhor, quer dizer que todas as espécies atuais são bem adaptadas ou caminham para isso?”*

Observando que as turmas mostravam muitas dúvidas sobre o tema Evolução, convidamos os alunos a relembrar o que dizem as Teorias de Lamarck e Darwin, inclusive a Teoria da Seleção Natural. Essa revisão básica foi feita oralmente pela pesquisadora, num tom dialógico com os alunos.

Para contextualizar o assunto, incluímos o tema Adaptação, Seleção Natural e Neodarwinismo perguntando aos alunos se eles estabeleciam alguma relação entre esses temas e as cenas exibidas.

Após a conversa com a turma, as cenas mais comentadas pelos alunos foram as do filme *X-Men: Primeira Classe* (4’26’ a 9’23’’) que fala da relação dos genes com a evolução) e a do filme *O Espetacular Homem-Aranha* (1h33’15’’ a 1h 34’ que também relata essa ligação entre o conceito de Genoma e Evolução).

Alguns alunos comentaram que, para eles, a ideia dos autores dos filmes de super-heróis é mostrar que “a nossa espécie pode evoluir para isso”, ou seja, a ideia de que *“evoluir é sempre para melhor”*.

Vale lembrar que os alunos que participaram das oficinas didáticas se encontravam matriculados no 2º Ano do Ensino Médio ou no 2º Ano do Curso Normal e que de acordo com o Currículo Mínimo, é no 1º Ano que os alunos devem conhecer as Teorias de Lamarck, Darwin e o Neodarwinismo e conceitos básicos de célula.

Esse momento foi de extrema valia para revisão desses conceitos, dialogando com os alunos para estabelecer uma ponte que pudesse viabilizar posturas mais críticas dos estudantes, sobretudo com relação aos conceitos científicos de evolução.

Em continuidade, a pesquisadora utilizou-se da cena do filme *X-Men: Primeira Classe* em que um personagem fala que *“os genes são a chave para uma nova Era...”* para perguntar o que os alunos entendiam a partir dessa frase.

Um aluno respondeu que:

*“Acho que depois da descoberta do genoma, a ciência pode fazer o que quiser, até super-heróis (rsrsr)... tô brincando, mas acho que pode haver, no futuro, coisas iguais a que vimos aí nesses filmes... (rs)”* (Aluno 41, escola D)

A pesquisadora prosseguiu, neste caso, com a pergunta:

*“Então existe alguma relação entre os genes e as características inusitadas dos mutantes?”*

*“Sim... os mutantes tiveram seus genes modificados por radiação”* (Aluna 47, escola D)

A partir desse diálogo, foi possível notar que alguns alunos começaram a criar perguntas sobre as perguntas feitas pela pesquisadora, como:

*“Na natureza, existem mutantes?”* (Aluna 47, escola D)

*“Que exemplos?”* (Aluna 49, escola D)

*“Como podemos saber se um ser é mutante?”* (Aluna 47, escola D)

*“As mutações podem ser boas, então?”* (Aluna 49, escola D)

O estudo dos fósseis e a biodiversidade serviram de respaldo para algumas das perguntas levantadas pela turma como evidências da evolução. As perguntas levantadas pelos grupos de alunos foram muito interessantes, pois fomentaram discussões que se estenderam para o tema preconceito e saúde – tema do primeiro Bloco Temático de oficinas.

O fato de os alunos começarem a criar perguntas foi de grande importância para a discussão com base na teoria da aprendizagem significativa crítica. Segundo Moreira, uma evidência de que os alunos estão aprendendo significativa e criticamente é a capacidade de

pensar, questionar, elaborar perguntas. Esse é o primeiro Princípio citado pelo autor cuja justificativa está embasada na interação social e no compartilhamento de significados entre professor e aluno (MOREIRA, 2011, p. 227).

Segundo Postman e Weingartner (1969, p. 23) “*o conhecimento não está nos livros à espera de que alguém venha a aprendê-lo; o conhecimento é produzido em resposta a perguntas; todo novo conhecimento resulta de novas perguntas, muitas vezes novas perguntas sobre velhas perguntas*”.

Os resultados obtidos desde a primeira etapa deste Bloco Temático (quando os alunos foram convidados à percepção) mostraram que é natural não haver uma relação direta do filme com um conceito científico específico quando o objetivo é apenas entretenimento. Afinal para esta finalidade o filme é produzido e publicado. Porém, ficou claro que a atividade de “olhar” o filme e relacioná-lo com algum conceito científico era uma tarefa difícil.

Diante desse fato, Napolitano (2013) relata que é essencial que o professor estimule essa “visão” nos alunos trabalhando com filmes em sala de aula, seja não só para ensinar conteúdos programáticos como também para ensinar valores, posturas e formação de personalidade (*op. cit.*, p.27). O autor enfatiza que para todas as disciplinas escolares existem metodologias mais apropriadas para o trabalho com filmes. No ensino de Biologia, por exemplo, além de buscar ensinar conceitos atuais como genética e biotecnologia, é importante que o professor use filmes para levar os alunos ao questionamento, à atualização de informações sobre a ciência, seus métodos e seus rumos (NAPOLITANO, 2013).

Em paralelo, se considerar a diversidade de temas que são abarcados pela Biologia e o tempo de aula disponibilizado a esta disciplina aos anos finais da Educação Básica, pode-se concordar que, se fossem ensinados temas centrais, talvez a compreensão dos processos biológicos pelos alunos seria facilitada. No campo da biologia evolutiva, considerada por muitos pesquisadores como o Eixo Transversal que percorre todas as áreas das ciências biológicas (DOBZHANSKY, 2013), a Teoria da Evolução, a partir dos estudos atrelados à genética, não só explica a diversidade da vida, mas também mecanismos para a conservação da mesma, conectando importantes conceitos.

Nesse sentido, Gagliardi (1986) afirma que se os alunos compreendem temas centrais da Biologia, outros temas mais periféricos ou associados seriam assimilados. Em suas pesquisas, utiliza o termo “Conceitos Estruturantes” como conceitos centrais, ou seja, conceitos que serviriam de alicerce à compreensão de outros conceitos.

Gagliardi (1986) afirma que “*Conceito Estruturante é um conceito cuja construção transforma o sistema cognitivo, permitindo adquirir novos conhecimentos, organizá-los de*

*outra forma e transformar, inclusive, os conhecimentos anteriores.*” Gagliardi exemplifica que, se os alunos entenderem o sistema de transporte de líquidos, gases e nutrientes no organismo, entenderão muito mais que isso, pois existem muitos outros conceitos que estão atrelados à essa compreensão. Dessa forma, pode-se imaginar que o mesmo poderá acontecer com o conceito de genoma e sua funcionalidade, afinal, muitos conceitos biológicos complexos estão diretamente ligados ao conceito de genoma, a saber: a origem da vida e da biodiversidade, o processo de evolução, alguns tópicos relacionados à saúde e biotecnologias atuais – todos estes conteúdos estão presentes no currículo escolar obrigatório especialmente nos últimos três anos de escolaridade básica.

No entanto, pelo fato de o conceito de Genoma ser um conceito abstrato e de difícil entendimento, muitos professores negligenciam uma explicação mais didática e contextualizada. Gagliardi (1986) salienta que, se os alunos compreendessem alguns conceitos abstratos, não teriam tantas concepções diferentes sobre alguns processos biológicos, como foi percebido em suas pesquisas. Para Gagliardi, para haver uma mudança no sistema de significação do indivíduo, é preciso haver a assimilação dos conceitos centrais. Esse conceito central estruturará o sistema cognitivo permitindo aos alunos incorporar coisas sobre as quais não se davam conta antes ou tinha outro significado (GAGLIARDI, 1986).

#### **5.4.3. Bloco Temático “Genoma e Biotecnologia”**

Pesquisas têm mostrado que mesmo diante dos avanços na ciência a sociedade ainda desconhece boa parte desses conceitos, especialmente para emitir opiniões sobre seus possíveis riscos ou benefícios. Como exemplo desses conceitos está o de transgenia, clonagem e genômica (PEDRANCINI *et al.*, 2008).

Visto que os resultados da primeira coleta de dados acadêmicos apontaram para o desconhecimento dos alunos dos conceitos de Genoma e Biotecnologia, o último Bloco Temático explorado nas oficinas didáticas foi dedicado à interface entre esses dois conceitos.

Segundo Rifkin (2005), mesmo que seja desafiador para o professor, é importante incorporar na aula aspectos que envolvem a biotecnologia atual, de modo a orientar para a formação de conceitos corretos, possibilitando aos alunos o desenvolvimento da capacidade de análise e compreensão dos fenômenos biotecnológicos e suas possíveis implicações.

Bazzo (2005) comenta que a ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano de cada época, que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento de mundo; portanto, constata que todas as pessoas devem entendê-las, não somente os cientistas ou

tecnólogos. Ressalta, ainda, que é preciso que toda a população possa opinar sobre as implicações decorrentes dos avanços da ciência e da tecnologia. Além de muitos autores enfatizarem a relevância desse tema no Ensino Médio, o próprio Currículo Mínimo e os PCNs enfatizam sua pertinência na formação do cidadão do século XXI (BRASIL, 2002).

Para introduzir esta oficina foram selecionados cinco Casos Investigativos (Apêndice E3) com base em episódios reais publicados em diferentes mídias sobre genoma e biotecnologia para serem lidos e debatidos pelos grupos de alunos antecedendo a exibição das cenas fílmicas.

Portanto, cada turma foi dividida em grupos de 4 a 5 alunos e cada grupo recebeu um “Caso” para ler, discutir, investigar e responder entre si. Os alunos que tinham acesso à *internet* no telefone celular puderam fazer pesquisas sobre o Caso a ser analisado e inserir nas respostas. Após o período de 20 minutos cada grupo deveria eleger um representante para ir à frente da classe e expor como se posicionaram diante do caso investigado, compartilhando com toda a turma suas opiniões e ouvindo o que pensavam os demais colegas da classe. A intenção deste primeiro momento foi convidar a turma a uma percepção dos procedimentos biotecnológicos que envolvem o tema Genoma e orientar a construção do pensamento crítico através de pesquisas pré-existentes.

A ideia de trabalhar com os estudantes Casos Investigativos tem origem na Aprendizagem Baseada em Problemas (*PBL-Problem-Based Learning*) que é uma abordagem de ensino que permite que os alunos questionem, busquem soluções e posicionamentos sobre alguns problemas colocados.

PBL foi introduzida pela primeira vez nas escolas de medicina e tem tido um grande impacto sobre o pensamento e a prática na educação científica nos últimos anos. Pesquisas têm mostrado que PBL parece melhorar o pensamento crítico, a comunicação, o respeito mútuo, o trabalho em equipe e habilidades interpessoais, podendo aumentar o interesse dos alunos pelo conhecimento científico (ARAZ; SUNGUR, 2007).

Nessa perspectiva, os Casos Investigativos foram de suma relevância para perceber posicionamentos mais críticos nos estudantes. Temas que permeiam a sociedade, como o Sistema Único de Saúde (SUS) e a precariedade do atendimento às classes populares; assuntos escolares como os efeitos da radiação e a hereditariedade foram aspectos que puderam levar os estudantes à reflexão e pesquisa e mesmo assuntos desconhecidos pelos alunos, como Transgenia e Farmacogenômica puderam ser introduzidos.

As respostas encontradas entre os grupos de estudantes nas quatro escolas pesquisadas foram compiladas e organizadas no Quadro 5.4.

**Quadro 5.4 - Resultados encontrados nas escolas A, B, C e D sobre os Casos Investigativos**

<b>Casos Investigativos</b>	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>Caso 4</b>	<b>Caso 5</b>
<b>Escola A</b>	Radiações podem causar danos ao material genético / câncer. Os efeitos da radiação podem passar para outras células.	Pelo fato de sermos geneticamente diferentes, alguns vão ter determinadas doenças e outros, não. Terapias genéticas podem trazer cura para a AIDS.	Achamos isso ruim porque poderá existir preconceito. Qualquer ambiente com radiação e estresse.	Não. Seria “sofrer por antecipação”. Se fosse possível, o SUS não pagaria por cirurgias plásticas para tanta gente.	Alguns poderiam ajudar a população, como o caso da banana, outros, desnecessários, como o caso da maçã.
<b>Escola B</b>	Não podemos afirmar que o câncer de Marcos foi por causa do acidente. Achamos que a radiação não passa para os descendentes.	Se as pessoas soubessem que são geneticamente “imunes” ao vírus HIV não iriam se preocupar com os outros nem se cuidar.	Poderia trazer assuntos como preconceito e seleção racial. Ambientes que têm drogas, radiação e agentes contaminantes.	Achamos que ela fez o correto. Prevenir é sempre o melhor. Se o SUS desse esse suporte para todos, seria ótimo, mas isso não acontece...a fila para cirurgias plásticas pelo SUS são enormes.	Não sabemos o que é transgênico, mas o caso da banana é interessante.
<b>Escola C</b>	Radiação nuclear pode causar câncer, mas não se pode afirmar que o câncer do Marcos foi consequência disso nem que seu filho terá.	A pesquisa foi importante, mas não diz o que as pessoas querem saber. Afinal, as pessoas querem saber a sobre a cura da doença.	Se fôssemos donos da empresa, seria bom saber isso para não contratar essa pessoa, mas se eu fosse a pessoa, seria muito triste, preconceito.	É melhor retirar o seio antes e diminuir as chances do que ter que tirar depois e fazer quimioterapia. O SUS não teria como fazer exame e operar todo mundo aqui no Brasil.	Os transgênicos no caso da banana seria legal.
<b>Escola D</b>	A radiação causou o câncer em Marcos e pode causar no filho dele também porque fica nas células.	As pessoas são diferentes e nem sempre sentirão as mesmas coisas. A Ciência vai achar a cura da AIDS na genética.	Discordamos porque é uma forma de preconceito. Todo mundo deve ter algum problema genético.	A atriz só fez isso porque é rica. O SUS deveria fazer outras coisas mais simples pelas pessoas.	Achamos muito interessante, mas não sabemos dizer se isso será bom no futuro.

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Em geral, no Caso 1 os estudantes comentaram que a radiação nuclear pode alterar o material genético. No entanto, estudantes das escolas B e C foram cautelosos em dizer que o não era possível afirmar que o câncer de Marcos foi devido à exposição no acidente radioativo sofrido nem que os efeitos dessa radiação poderiam passar aos seus descendentes.

No Caso 2, alguns grupos relacionaram o fato de que uma mesma doença pode apresentar sintomas distintos em diferentes pessoas. Alguns exemplificaram que um mesmo remédio pode causar efeitos diferentes nas pessoas, mesmo sendo para um mesmo fim. Esse

exemplo viabilizou discussões sobre o tema farmacogenômica, que é um processo biotecnológico da Era Pós-genômica no qual medicamentos são criados com base nas características genéticas dos indivíduos, visando minimizar possíveis efeitos colaterais.

No Caso 3, a opinião dos estudantes de que saber antecipadamente sobre a predisposição genética para determinada doença pode ser algo ruim no aspecto emocional e social podendo até apressar o aparecimento da doença. Foram unânimes em achar que testes genéticos, se forem usados como documentos para selecionar candidatos aptos ou não a determinada carreira profissional, pode gerar preconceito e é uma forma de racismo.

No Caso 4 alguns estudantes concordaram que a retirada do seio feita antecipadamente pela atriz Angelina Jolie foi uma maneira de evitar a doença. No entanto, se fosse uma escolha pessoal, não fariam sem que estivessem com um diagnóstico de câncer. Afirmaram que tipo de prevenção não teria sentido para as classes populares já que os gastos com cirurgia plástica de reconstituição e exames não seriam fomentados pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

No Caso 5, alguns alunos comentaram desconhecer o assunto e que, pelo relato, acharam importante o caso da banana transgênica, pois está ligada à saúde, ao passo que desnecessário o procedimento com maçãs pelo simples fato de estética.

Na segunda etapa de atividades desse Bloco Temático, os alunos foram convidados a assistir algumas cenas pré-selecionadas dos filmes “O Incrível Hulk, *X-Men Origens: Wolverine*, O Espetacular Homem-Aranha e Quarteto Fantástico” e a buscar uma relação com os temas apresentados nos Casos Investigativos.

Algumas cenas utilizadas nesse Bloco se encontram no Quadro 5.5.

**Quadro 5.5 - Cenas dos filmes utilizados na Oficina “Genoma e Biotecnologia”**

<i>X-Men Origens: Wolverine</i>	O Incrível Hulk	Quarteto Fantástico	O Espetacular Homem-Aranha
38'20'' Biotecnologia transforma tecido ósseo em adamântio, bactérias conseguem fazer captura de partes do material genético 49'02'' a 50'08'' Biotecnologia e Bioética	32'30'' Através de processos biotecnológicos há pretensão do governo em criar soldados como Hulk	48'25'' Teste genético avalia os danos da mutação no DNA dos personagens	1h41'30'' Biotoxina criada em laboratório é lançada sobre policiais 1h55'50'' Antídoto contra mutação anula a ação de biotoxinas

Fonte: Dados da Pesquisa

Após a exibição das cenas supracitadas, algumas perguntas foram levantadas pela pesquisadora à turma, como:

*Vocês veem alguma relação entre o que foi mostrado nas cenas com os Casos apresentados?*

*E com temas tradicionais das aulas de Biologia?*

*Sabem dizer qual(is)?*

*Agora saberiam dizer se alguma cena retratou algo científico ou utilizou apenas conjecturas da ciência?*

A maioria dos alunos, nas quatro escolas, demorou alguns segundos para responder que relações achavam ter entre as cenas e a ciência. Um aluno da escola A comentou que antes das oficinas não saberia dizer que a radiação pode afetar o material genético, mas também pode ser usada como tecnologia no combate ao câncer e que cenas falando de radiação estão presentes em todos os filmes exibidos.

Outros alunos da escola B salientaram que não imaginavam que o caso da cena mostrada do filme “*X-Men Origens: Wolverine*” em que fala que bactérias são capazes de trocar partes do material genético poderia ser algo natural e também usado na biotecnologia dos transgênicos. O aluno 15, da escola B, em suas palavras, explica:

*“Nunca poderia imaginar que o caso do Homem-Aranha poderia ser explicado com base científica na construção de ser transgênico, ou seja, com características de outro ser vivo...os livros não falam desse jeito, é bem mais chato e difícil de entender nos livros.”*

Diante dos depoimentos dos alunos foram explicados alguns procedimentos biotecnológicos atuais em paralelo à algumas características de personagens ou cenas mostrados. Foi colocado para a turma através do *slide* (Apêndice E3), um exemplo de biotecnologia cuja característica se assemelha a do personagem Hulk. O caso é o da coelha Alba, animal transgênico (gene GFP) criado por pesquisadores franceses para viabilizar a identificação de células cancerígenas. Segundo Gresh e Weinberg (2005), o processo biotecnológico feito em Alba foi da seguinte maneira:

*“Cientistas removeram proteína fluorescente de uma espécie de medusa, modificaram o gene para que brilhasse com mais intensidade e depois inseriram o gene chamado EGFG (Gene Verde Fluorescente Realçado) em um óvulo fertilizado de coelho que cresceu dentro de Alba. O gene verde tornou-se presente em cada célula do corpo de Alba. Quando Alba é colocada sob a luz negra, ela emite um brilho verde” (GRESH; WEINBERG, 2005, p.56).*

Os autores da pesquisa com a coelha Alba ressaltam que essa tecnologia tem várias aplicações para a ciência. Uma delas é a codificação de genes e proteínas específicas de uma espécie, outra é que, ao ativar a proteína específica, ocorre a fluorescência de células saudáveis em meio a células cancerígenas e, com isso, torna-se mais coerente o combate, através de radiação, apenas de células cancerígenas (GRESH; WEINBERG, 2005).

Outro caso também comentado na oficina “Genoma e Biotecnologia” foi a possibilidade de um invertebrado estar radioativo. Esse fato não seria algo impossível já que, na realidade, isso pode acontecer. Em setembro do ano 2000 foram descobertos alguns insetos radioativos próximos ao complexo nuclear de *Hanford*, nos EUA (GRESH; WEINBERG, 2005, p. 97).

Na escola C, até a abordagem desse tema, as oficinas didáticas tinham tido a participação efetiva de um mesmo grupo de alunos e, a partir dessa interface com biotecnologia, outros alunos passaram a participar dos debates. Foi percebido que o interesse dos alunos dessa escola estava nos procedimentos biotecnológicos que a Fiocruz realiza e à princípio, não nos filmes. Muitos alunos tinham curiosidade em saber se na Fiocruz se faz, por exemplo, clonagem. Aproveitando o interesse dos alunos, perguntamos: “O que entendem por clonagem?” Em resposta, ouvimos:

*“É fazer uma cópia igual de outro”* (Aluno 26, escola C)

*“É copiar um sujeito depois dele ter nascido, igual vi na novela “O Clone” (...)* (Aluna 33, escola C)

Em geral, os alunos tinham uma ideia sobre o que era um “clone” a partir da novela citada pela aluna C, mas quando perguntados se na natureza existem clones, alguns alunos cogitaram em responder, balançando a cabeça com sinal negativo. Alguns estudantes responderam verbalmente que também achavam que não. A partir das respostas, comentamos sobre o caso dos gêmeos univitelinos, retomando algumas informações sobre divisão celular e genética e casos comuns em botânica, como fazer uma muda de planta.

Diante dessas observações, vale ressaltar que o grupo de alunos pesquisados na escola C foi o que mais mostrou desconhecimento de conceitos ligados à genética básica e biotecnologia. No entanto, após a oficina “Genoma e Biotecnologia” esses alunos se revelaram tão interessados que, no encontro seguinte com a turma, buscaram, por conta própria, entender mais sobre o tema clonagem.

Algo bem parecido aconteceu com os alunos pesquisados na escola D, sendo o maior interesse pelo tema Transgenia. No encontro posterior a essa oficina, muitos alunos vieram até a mesa em que a pesquisadora organizava o material, relatar suas pesquisas sobre o tema,

como exemplos de alimentos transgênicos consumidos no Brasil, leis para cultivo e comercialização de transgênicos e possíveis riscos à saúde e ao ambiente.

Outros temas também foram levantados nessa oficina como, por exemplo, avanços nas terapias com células-tronco e engenharia genética. Esse interesse revelado após a abordagem do Bloco Temático “Genoma e Biotecnologia” parece ter despertado mais o senso crítico dos alunos e proporcionou momentos de debate muito ricos e agradáveis em todas as turmas.

Perguntamos novamente aos alunos o que entendem por biotecnologia. Pedimos que cada aluno respondesse de cada vez, caso se sentisse a vontade para isso. Interessante que muitos alunos, nas quatro turmas, quiseram se expressar voluntariamente. Na leitura do material gravado, destacamos as seguintes falas:

*“Biotecnologia, por exemplo, é a clonagem...”* (Aluno 3, escola A)

*“Os transgênicos, onde se coloca um pedaço do material genético de um em outra espécie...”* (Aluna 23, escola B)

*“As células-tronco!”* (Aluno 30, escola C)

*“Biotecnologia, eu entendi que é um monte de coisas que hoje a ciência faz com o Genoma”* (Aluno 42, escola D)

Através das falas dos alunos foi possível perceber a relevância de introduzir a atividade com Casos Investigativos, fazendo com que começassem a participar, pensando, opinando e questionando alguns procedimentos ou perspectivas da Ciência. A partir dessa atividade, passaram a estabelecer relações entre a biotecnologia com temas abordados nas oficinas didáticas, algo que há um ano, quando perguntados sobre biotecnologia, não sabiam do que se tratava nem foram capazes de representar graficamente.

Outros processos biotecnológicos como biotoxinas, guerra biológica, seleção racial e bioética também foram levantados e comentados ao final da oficina “Genoma e Biotecnologia” e percebido grande interesse por parte dos alunos em querer saber mais.

Piassi e Pietrocola (2009) comentam que elementos intrínsecos à Ficção Científica podem ser ricos instrumentos para trabalhar posturas críticas nos estudantes já que poderão viabilizar a construção de conceitos científicos a partir da própria natureza da Ciência. Algumas categorizações feitas por esses autores a partir de elementos contrafactuais presentes em filmes de FC podem respaldar o uso desse material no ensino de Ciências. No Quadro 5.6 foram inseridos recortes sobre a possibilidade de trabalho didático com o uso de filmes de FC.

**Quadro 5.6 - Categorização de elementos contrafactuais presentes em filmes de FC**

<b>Categorias (Elementos contrafactuais)</b>	<b>Possibilidades Didáticas</b>
<b>Elementos Emulativos</b>	<i>“(...) permitem a formulação de hipóteses, os possíveis caminhos de solução, a forma de obtenção de informações, as consequências e os riscos de cada proposta de solução são aspectos que podem ser objeto de discussão em sala de aula.” (PIASSI e PIETROCOLA, 2009, p. 351).</i>
<b>Elementos Extrapolativos</b>	<i>“(...) fornecem material rico de discussão a respeito de conceitos, leis e fenômenos, porque permitem a análise das várias relações estabelecidas pela narrativa e levam a questionamentos do tipo: Isso pode acontecer?” (op.cit., 2009, p. 532).</i>
<b>Elementos Especulativos</b>	<i>“(...) podem dar margem para atividades muito ricas e relevantes ao entrelaçar as leis e os conceitos conhecidos com os limites do conhecimento atual, as formas de produção do conhecimento e as implicações sociais daí derivadas (...).” (op. cit., 2009, p. 533).</i>
<b>Elementos Anômalos</b>	<i>“(...) prestam muito bem à discussão crítica de conceitos pela maneira como nos colocam em uma situação distinta da convencional, permitindo a exploração de aspectos que uma análise mais linear não seria capaz de captar. Um trabalho didático relevante pode ser explorar a coerência, a relação da história com o conceito e a formulação de novas hipóteses que a própria narrativa acaba por induzir.” (op.cit., 2009, p. 533).</i>
<b>Elementos Associativos</b>	<i>“(...) permitem colocar em xeque o próprio princípio da superposição e tentar extrair daí consequências, o que é muito difícil de fazer, mas muito importante também. Não seria tentar “salvar” o filme, como fazem os aficionados, mas usá-lo para examinar o conhecimento científico em seus limites, imaginando possibilidades alternativas de leis e suas consequências, o que levaria a outras questões sobre a formulação de hipóteses científicas.” (op.cit., 2009, p. 534).</i>
<b>Elementos Apelativos</b>	<i>“(...) atraem a atenção dos estudantes e podem ser usados para analisar a possibilidade pura e simples daquele elemento existir, sem limites claros, sem relações mais rígidas, em função das leis e dos fenômenos conhecidos pelos alunos.” (Op.cit., p. 535).</i>
<b>Elementos Metonímios</b>	<i>“(...) podem viabilizar a construção de perguntas do tipo: se aquilo não existe, o que poderia ter feito o autor do filme pensar nisso?” (op.cit., 2009, p. 536).</i>
<b>Elementos Inalterados</b>	<i>“(...) permitem a comparação dos fatos com as condições dadas pela experiência cotidiana e o levantamento de hipóteses sobre as consequências, no desenrolar da história, de considerarmos as leis científicas, podem ser desafios conceituais muito estimulantes.” (op.cit., 2009, p. 536)</i>

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Diante dos resultados encontrados, podemos levantar alguns aspectos importantes para discussão sobre o ensino do Genoma. Afinal, nas últimas décadas o campo das Ciências Biológicas que mais gerou informações e novos conhecimentos foi o da Genética e da Biologia Molecular, sobretudo no que tange ao Genoma.

Como afirma a pesquisadora em Genética Humana<sup>46</sup>, Professora Dra Mayana Zatz, quem se debruça no “*estudo do genoma, não pode se queixar de monotonia*” (ZATZ, 2011, p. 118). A velocidade com que tais informações chegam à sociedade e a superficialidade que é falada em diversos meios de comunicação, não permite que o público leigo tenha noção do limiar entre o que a Ciência faz com o material genético, o que ela pode fazer e o que não seria possível fazer (até por questões jurídicas e éticas) e como foi percebido, sequer saibam o que é genoma.

Paralelamente, é importante que os estudantes em sua formação para o exercício da cidadania não sejam acrílicos com relação aos frutos da Ciência. Importa que entendam que os conceitos científicos não são permanentes e/ou imutáveis. Logo, possibilitar a compreensão de temas científicos como o tema genoma, que a cada dia contêm novas informações é algo desafiador ao docente e que requer uma visão mais ampla sobre o ensino. Porém, se os conceitos básicos forem aprendidos, a compreensão dos demais fica facilitada.

Algumas possibilidades didáticas a partir do uso de filmes de FC colocadas por Piassi e Pietrocola (2009) podem ajudar na compreensão da construção da ciência e seus rumos. Ao permitir a formulação de hipóteses, questionar se a ciência é o não capaz de tal feito e por que fazê-lo (ou não fazê-lo), imaginar seus limites, intenções, conceitos atuais e suplantados pode ser um caminho para compreender a natureza da Ciência numa perspectiva construtivista, ou seja, como um processo dialético, não linear, que não ignora fatores sociais e econômicos (DANIEL; MARIA, 2009).

De acordo com Scheid, Ferrari e Delizoicov (2005), ao ensinar Biologia numa perspectiva que venha ao encontro de seus pressupostos históricos, o pesquisador (ou professor) estará ensinando que o conhecimento é construído por diferentes atores, a partir de diferentes perguntas e formas de ver o mundo. E essas formas quando utilizadas no ensino de genética “*deverão levar o aluno a perceber que a ciência se constitui numa construção sócio-histórico-cultural*” (op. cit, 2005, p. 231).

A ideia de que o conhecimento científico é consequência de um método neutro, pronto e inquestionável é encontrada mesmo entre estudantes de diversos níveis de escolaridade, inclusive entre estudantes do último ano de graduação em Biologia (SILVA; RIBEIRO; GASTAL, 2014; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005). Silva, Ribeiro e Gastal (2014) sinalizaram relevante preocupação no que diz respeito à formação de professores que têm essa percepção da Ciência. A preocupação, segundo os autores, reside especialmente na mediação

---

<sup>46</sup> Pesquisadora do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

de conceitos do campo da Biologia Molecular, já que conhecimentos nesse campo da Biologia estão em constante renovação e precisam ser ensinados à luz da natureza da própria ciência.

Há autores que enfatizam a importância de se trabalhar a História da Ciência como “pano de fundo” para o ensino de conceitos científicos desde as primeiras séries da Educação Básica a fim de se minimizar a concepção de que a Ciência é dotada de “verdades” e “certezas” (DANIEL; MARIA, 2009).

Ratificando esses discursos, Piassi e Pietrocola (2009) acrescentam que:

*“Filmes de Ficção Científica são mais que um possível recurso didático para o ensino de ciências e constituem um discurso social sobre a ciência” (pois) “é na leitura crítica que a irrealidade da ficção se torna realidade sociocultural, já que toda obra literária fala da experiência humana de forma legítima (...)” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p. 358 e 537).*

Buscando compreender de que formas os estudantes se apropriaram e/ou organizaram os conceitos discutidos nas atividades didáticas realizadas nas oficinas foi feita uma segunda coleta de dados cujos resultados são mostrados a seguir.

## **5.5. A SEGUNDA COLETA DE DADOS**

A segunda coleta de dados foi realizada uma semana após a conclusão do último Bloco Temático (Genoma e Biotecnologia), em outubro de 2014. Essa coleta de dados foi feita com 102 alunos participantes das oficinas didáticas, ou seja, alunos que estavam sendo acompanhados desde 2013 e que agora se encontravam no 2º Ano (Ensino Médio regular ou Curso Normal). Conforme nos propusemos, estudantes do 3º Ano de turmas aleatórias também foram pesquisados em 2014 respondendo ao questionário que consta no Apêndice B. Os resultados encontrados nos dois grupos de estudantes (os que participaram das oficinas e os que não participaram) foram discutidos separadamente nos itens que se seguem.

### **5.5.1. Resultados encontrados entre alunos participantes das oficinas (2014)**

Dentre os 119 alunos que participaram da 1ª coleta em 2013, 102 também participaram da 2ª coleta de dados, em 2014. Para a realização da 2ª coleta de dados foram utilizados dois tempos de aula equivalentes a 100 minutos em cada uma das quatro turmas. Vale lembrar que

o grupo de alunos participantes das oficinas agora se encontrava matriculado no 2º Ano, havendo poucas exceções em comparação com 2013.

Aos alunos participantes foi solicitada a construção de Mapas Conceituais. Os resultados encontrados entre os alunos não participantes das oficinas serão mostrados após a exibição dos resultados encontrados entre o grupo participante.

A decisão de solicitar aos alunos a construção de Mapas Conceituais foi embasada nas contribuições de Novak (2000) quando dispõe que uma das maneiras de se avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa ou ao menos detectar indícios da organização dos novos conceitos diante dos conceitos prévios, é pedir ao aprendiz que esboce suas ideias através de um Mapa de Conceitos. Concordando com Novak, Moreira (2005) enfatiza que:

*“Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem” (MOREIRA, 2005, p.5).*

Para Griffiths e Mayer-Smith (2001), Mapas Conceituais são recursos excelentes para a avaliação da aprendizagem significativa, pois são estruturas esquemáticas que representam conjuntos de ideias e conceitos dispostos em uma espécie de rede de proposições, de modo a apresentar mais claramente a exposição do conhecimento e organizá-lo segundo a compreensão cognitiva do seu idealizador (GRIFFITHS; MAYER-SMITH, 2001).

Os autores enfatizam que os Mapas Conceituais auxiliam os estudantes na organização de conceitos a partir de uma perspectiva integrada (*op. cit.*, 2001). No entanto, os Mapas Conceituais podem assumir formas diferentes, dependendo da intenção do exercício e do aluno que está desenvolvendo o mesmo. Porém, todas estas formas são baseadas no processo de ligar conceitos relacionados usando declarações proposicionais claramente definidas. De acordo com Griffiths e Mayer-Smith (2001), os Mapas Conceituais podem ser trabalhados de três formas: Mapa Conceitual de ligação de conceitos, Mapa Conceitual hierárquico e Mapa Conceitual exploratório. Para usar o Mapa de ligação de conceitos, o professor deve apresentar aos alunos conjuntos de conceitos e pedir que façam a interligação entre os mesmos com palavras que os definam com precisão. Já o Mapa Conceitual hierárquico ajuda os alunos na reflexão e organização de conceitos mais centrais e daqueles que são mais

periféricos de forma significativa. Mapas hierárquicos são ferramentas educacionais extremamente versáteis e facilmente adaptadas para uso em uma grande variedade de contextos educativos. Os Mapas Conceituais exploratórios normalmente são utilizados por pesquisadores para determinar o que se sabe e o que precisa ser conhecido durante a pesquisa.

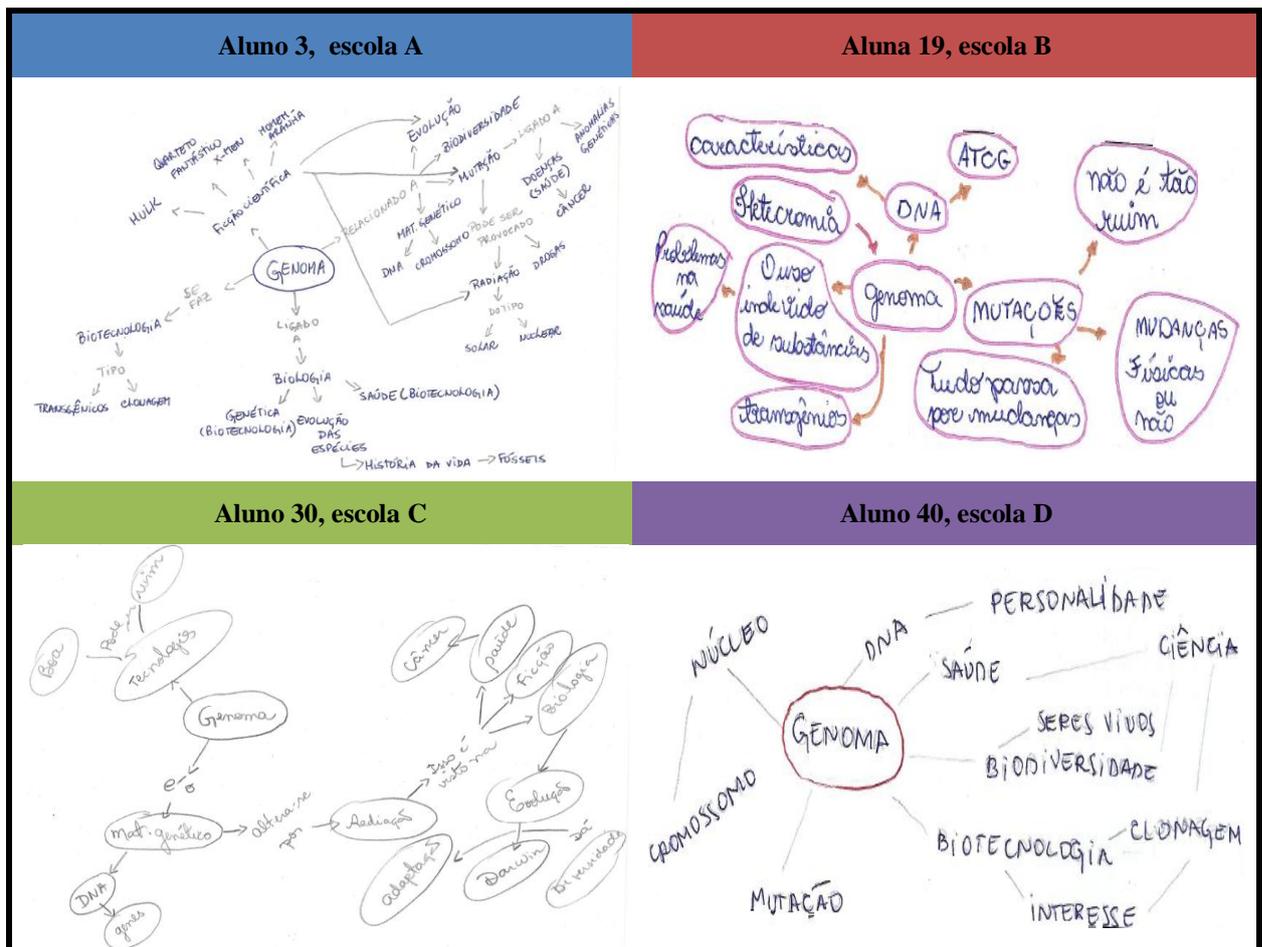
Cientes das vantagens desse instrumento para variados fins educativos, a solicitação foi feita seguinte forma: Em slide (Apêndice E2), foi apresentado aos alunos um exemplo de Mapa Conceitual com assuntos diferentes dos que foram trabalhados nas oficinas didáticas. Em seguida, foram orientados a construir individualmente um Mapa Conceitual hierárquico a partir do que se lembravam dos assuntos abordados nas oficinas didáticas cujo tema central foi “Genoma”. Para a realização desta atividade foi entregue uma folha especial que consta no Apêndice F.

Após a construção do Mapa Conceitual, os alunos foram convidados a explicá-los. Durante as apresentações, algumas anotações foram feitas em caderno de campo, pela pesquisadora.

Ao pedir que os alunos construíssem um Mapa Conceitual a partir do que se “lembravam” das oficinas e não dos “conhecimentos” adquiridos é justificada no pressuposto de que os alunos poderiam ter obtido apenas um conjunto de informações que, com o tempo, poderia não se caracterizar em uma aprendizagem significativa. Segundo Albagli e Maciel (2004) *“o aprendizado, por sua vez, não se limita a ter acesso a informações; consiste na aquisição e construção de diferentes tipos de conhecimentos, competências e habilidades”* (op. cit., 2004, p. 10) que passado um tempo, deveria ser reavaliado.

A aprendizagem de significados pode se configurar em conceitos, signos, proposições ou mesmo ideias, às vezes, distantes daquelas aceitas pela comunidade científica (AUSUBEL, 2000). No entanto, para evidenciar a ocorrência da aprendizagem significativa, é preciso formular questões de maneira nova, de forma que exija a máxima transformação do conceito adquirido, num contexto diferente do que originalmente foi feito. Essa verificação foi feita apenas na 3ª e última coleta de dados, em 2015.

Alguns exemplos dos Mapas Conceituais construídos pelos alunos nos chamaram mais a atenção e foram inseridos na Figura 5.18.



**Figura 5.18 - Exemplos de Mapas Conceituais construídos por alunos das quatro escolas pesquisadas após oficinas didáticas**  
**Fonte: Dados da Pesquisa**

Apesar de os mapas construídos pelos alunos apresentarem falhas em sua estruturação (na perspectiva teórica de construção desse instrumento), deve ser considerado que essa não é uma atividade fácil, tampouco comum no dia-a-dia de sala de aula. Uma atividade como essa exige raciocínio, um retrato lógico, organizado das informações ou mesmo dos conhecimentos obtidos<sup>47</sup> e mesmo entre estudantes de nível superior a construção de Mapas Conceituais é considerada uma tarefa complexa (SANTOS; FONTANA; BRUM, 2015).

Diante desse desafio, foi percebida grande dificuldade dos estudantes em sistematizar as informações de acordo com as regras de um Mapa Conceitual, especialmente quanto as palavras (ou termos) de ligação. No entanto, os Mapas construídos pelos alunos foram de grande valia para algumas discussões com base nos referenciais teóricos adotados.

<sup>47</sup> Vale ressaltar que obter informação difere de obter conhecimento. Conhecimento é um processo de construção permanente (<https://www.puc-campinas.edu.br/midia/arquivos/2012/jun/jornal-da-puc-campinas---edicao-62.pdf>)

Para uma breve discussão, foram selecionados quatro exemplos de Mapas construídos por alunos das quatro escolas pesquisadas.

Nos Mapas Conceituais destacados na Figura 5.18 podem ser observados os principais temas abordados nas oficinas didáticas que antes se mostraram desconhecidos por esses alunos. O Mapa Conceitual construído pelo aluno 3 (escola A) se destacou não só pela quantidade de informações relacionadas, mas especialmente pela organização cognitiva demonstrada. O mesmo mostra, por exemplo, as relações com os filmes trabalhados e os conceitos de evolução, saúde e biotecnologia; detalhe que não foi apresentado nos outros Mapas Conceituais selecionados (escolas B, C e D). Apesar dessa diferença entre os Mapas selecionados, alguns pontos em comum podem ser vistos nos quatro exemplos: todos relacionam o Genoma ao material genético (DNA), saúde, Biologia (evolução, biodiversidade) e biotecnologia.

De acordo com Moreira (2005), o maior valor de um Mapa Conceitual está na explicação de quem o faz. Portanto, na apresentação dos alunos, algumas anotações de campo feitas pela pesquisadora foram importantes para a compreensão da organização das ideias. Talvez por terem sido comentados recentemente, os alunos tenham tido uma memorização dos conceitos abordados nos três Blocos Temáticos, já que a organização dos mapas parece mostrar a mesma organização das oficinas.

Quanto a memorização, a TAS entende *“como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva”* (MOREIRA, 2011, p.162). Segundo a TAS a aprendizagem mecânica é vista como um contínuo e pode com o tempo, se tornar significativa.

No entanto, alguns alunos escreveram no Mapa, expressões pessoais que quase não foram comentadas nas oficinas, mas que em sua apresentação, foi possível compreendê-las como relevantes em seu cotidiano como, por exemplo:

*“Escrevi sobre a história da vida... só agora, na hora de pensar em tudo que aprendi, entendi a lógica dos fósseis serem tão diferentes de nós (rs)”* (Aluno 3, escola A)

*“Mutações não são sempre ruins”... eu achava que eram e agora também entendi as tais letrinhas ATCG do livro, quando mudam tem a ver com genoma e mutação (...)* (Aluna 19, escola B).

*“Entendi, além de tudo, que Genoma tem a ver com biotecnologia e isso pode ser bom ou ruim (...) depende... a gente tem que ficar de olho (rs)”* (Aluno 30, escola C)

*“Também escrevi a palavra “personalidade” no Mapa porque achei que tinha ligação com o que eu vivia em casa (...) sou adotado... sou diferente, minha personalidade também pode ser por causa do meu DNA... e aí eu fiquei pensando nisso”* (Aluno 40, escola D)

A TAS concebe que a aprendizagem significativa se caracteriza quando a nova informação é incorporada pela estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária. Essa condição foi observada em vários Mapas Conceituais apresentados pelos estudantes. Como diz a Teoria Ausubeliana, o fator isolado que mais importa na aprendizagem significativa é o conhecimento prévio. Sem ele, fica impossível avançar em busca da formação de um indivíduo que se posicione ativa e criticamente na sociedade. Moreira (2006b, p. 17) complementa que *“ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade e integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela”*. Nesse contexto, concordamos que não basta simplesmente que o aluno compreenda o que é o genoma, mas as implicações que estão relacionadas às informações e conhecimentos ligados à ele, tanto para sua vida quanto para a sociedade. Portanto, se apropriar de um conhecimento prévio sobre esse tema, que ultrapassa questões científicas para discussões econômicas, sociais, jurídicas e mesmo éticas seria o primeiro passo para construir posturas ativas e críticas posteriormente.

Para verificar possíveis evidências da aprendizagem significativa crítica foi realizada uma terceira coleta de dados em agosto de 2015, ou seja, dez meses após a segunda coleta cujos resultados foram colocados no item 5.6.

### **5.5.2. Resultados encontrados entre alunos não participantes das oficinas (2014)**

A cada ano de pesquisa (2013, 2014 e 2015) uma turma que cursava o 3º Ano do Ensino Médio foi selecionada aleatoriamente em cada uma das quatro escolas a fim de responder o questionário (Apêndice B) e servir de base para comparação entre os resultados com as turmas que estavam sendo acompanhadas. Para os alunos das turmas aleatórias foi feito o convite à participação e explicada a finalidade e relevância da pesquisa. Caso desejassem participar, deveriam ler e assinar o TCLE. Como se tratava de estudantes do último ano da Educação Básica, muitos tinham maior idade e assinavam imediatamente o documento. Os estudantes de menor idade puderam levar o TCLE para que o responsável assinasse e, mediante a apresentação da assinatura à coordenação pedagógica da escola, foram incluídos na pesquisa.

Em cada escola foi selecionada uma turma de formandos, totalizando quatro turmas e um total de 72 alunos, sendo 21 alunos na escola A, 13 na escola B, 15 na escola C e 23 na escola D.

Essa coleta foi realizada no mesmo dia em que foi feita a coleta com as turmas participantes das oficinas e utilizado um tempo de aula com duração de 50 minutos.

A apresentação dos resultados desta coleta foi limitado às questões de número dois e três do questionário, visto que concentra informações importantes sobre os conhecimentos que esses alunos, concluintes da Educação Básica tinham sobre Genoma.

Quando perguntados sobre o sabiam sobre “Genoma”, os resultados encontrados se assemelharam com os que foram vistos no ano anterior, também com turmas de alunos formandos.

Os resultados encontrados em 2014 mostraram que, dos 72 alunos do 3º Ano das quatro escolas, apenas quatro alunos escreveram algo sobre Genoma, como “algo relacionado a genética ou a Biologia” como pode ser visto no Quadro 5.7.

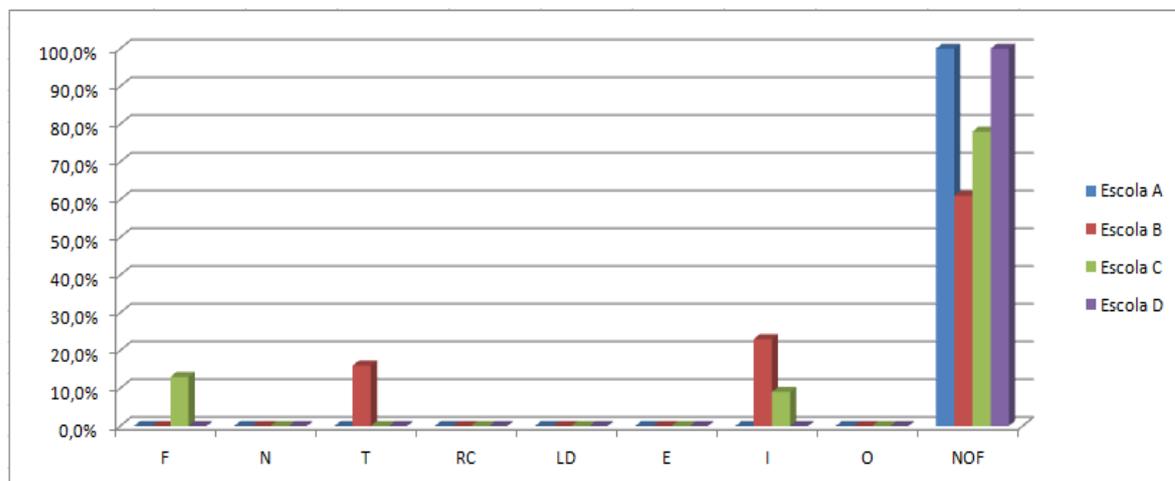
**Quadro 5.7 - Respostas encontradas em 2014 no grupo de alunos não participantes das oficinas sobre Genoma, nas quatro escolas pesquisadas**

Escola A	2) Pra você, o que significa a palavra “Genoma”? <i>É a parte da genética que nos identifica.</i>
Escola B	2) Pra você, o que significa a palavra “Genoma”? <i>É a ciência que trata da genética e do corpo.</i>
Escola C	2) Pra você, o que significa a palavra “Genoma”? <i>É um ramo da biologia. (única coisa que eu sei)</i>
Escola D	2) Pra você, o que significa a palavra “Genoma”? <i>Significa: genética.</i>

Fonte: Dados da Pesquisa

Os outros 68 alunos pesquisados, ou escreveram “não sei”, “nunca ouvi falar”, “gostaria de saber” ou colocaram um ponto de interrogação no local da resposta (Ex. ???) e nenhum aluno soube dizer o que significa “Genoma”.

Na questão número três do questionário, o aluno deveria assinalar a fonte de informação que poderia ter embasado seu conhecimento sobre Genoma. Coerentemente, nas escolas A e D o resultado foi 100% a opção “nunca ouvi falar (NOF)”. Os resultados encontrados nessa questão podem ser conferidos na Figura 5.19.



**Figura 5.19 - Gráfico representativo do número de citações dos alunos do 3º Ano EM, em 2014, dos meios de informação onde ouviram falar sobre o tema “Genoma”. Legenda: Filme (F), Novela (N), Televisão/Telejornais, programas diversos (T), Revistas Científicas (RC), Literaturas Diversas (LD), Escola (E), Internet (I), Outros e Nunca Ouvi Falar (NOF)**  
**Fonte: Dados da Pesquisa**

Na escola B, dentre os 13 alunos participantes, dois assinalaram a opção “Televisão” (16%), três a opção “Internet” (23%) e os oito restantes (61%), a opção “Nunca ouvi falar”. Na escola C, dos 23 alunos participantes, três marcaram a opção “Filme” (13%) e dois, a opção “Internet” (9%). Os demais alunos (78%) marcaram a opção “Nunca ouvi falar”.

Interessante notar que mesmo não sabendo responder o significado da palavra “Genoma” ou relacionar a algum tema científico, alguns alunos relataram ter ouvido falar em alguns meios de informação, sobretudo Televisão, Filme e Internet.

Algumas opções como “Revistas Científicas, Literaturas Diversas e Escola” não foram assinaladas por nenhum dos 72 alunos formandos. Nesse ínterim, Gaspar (2002, p.172) comenta que “*embora a produção de conhecimentos não se restrinja à escola, fica a ela delegada a transmissão regular dos conhecimentos*”. Portanto, a expectativa era de encontrar um número significativo de alunos formandos revelando algum tipo de conhecimento sobre o tema, ainda que o conhecimento não fosse conceitual.

Diante desse resultado, vale lembrar que assuntos relacionados ao Genoma adentram o Currículo Mínimo de Biologia nas três séries que compõem o Ensino Médio e nas duas séries

do Curso Normal, além de ser divulgado por diferentes meios de informação desde sua descoberta, no século XX.

Alguns pesquisadores que atuam no ensino de genética salientam que o conhecimento básico em genética é de suma importância para a compreensão da organização da própria biologia, da árvore da vida e de conhecimentos científicos atuais (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015).

*“(...) é inegável o fato de que, no tempo presente, o ensino de genética (...) exige um posicionamento crítico e contextualizado, não somente sobre esta área específica, mas sobre seu ensino nas escolas públicas, num processo formativo que envolva a reflexão sobre os próprios conteúdos trabalhados, bem como a relação destes com professores e alunos, no caso presente, no ensino médio” (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015, p. 190).*

Logo, os resultados encontrados em 2014 nas turmas de alunos formandos coadunam com os que foram identificados em 2013 nas turmas que estavam iniciando o Ensino Médio (1º Ano) e também nas turmas que estavam concluindo o Ensino Médio (3º Ano). Esses resultados mostram a necessidade de voltar a atenção para as formas pelas quais os estudantes compreendem determinados temas em genética, buscando caminhos que auxiliem docentes e discentes numa formação mais coerente com as perspectivas da educação, da ciência e da sociedade no século XXI.

## **5.6. A TERCEIRA COLETA DE DADOS**

Buscando identificar a aprendizagem dos estudantes a partir do recurso didático testado, em 2015 foi feita a terceira e última coleta de dados. Foram coletados dados de estudantes das quatro turmas que participaram das oficinas em 2014 e de estudantes de turmas aleatórias, totalizando oito turmas de 3º Ano do Ensino Médio, duas de cada escola.

Para os alunos que participaram das oficinas foi elaborado um material específico para essa coleta de dados e está disponível no Apêndice G. Para os estudantes que não participaram das oficinas (turmas aleatórias) foi repassado o questionário que consta no Apêndice B.

A última coleta de dados com os estudantes foi feita dez meses após as oficinas e desta vez, não mais pela pesquisadora, e sim por professores de diferentes disciplinas que dispuseram um tempo de aula (50 minutos) para a atividade. Com a orientação prévia da

pesquisadora, o professor leu o material com a turma e explicou que a atividade deveria ser anônima e individual, estipulando o tempo para a entrega. Juntamente com o material a ser respondido pelos estudantes, foi entregue o TCLE.

Foram validados os dados de 191 estudantes mediante a assinatura do TCLE, sendo 95 estudantes que haviam participado anteriormente das oficinas e 96 estudantes que faziam parte das outras quatro turmas aleatórias.

Na coleta feita em 2015 apenas um aluno (escola C) que não havia participado das oficinas em 2014, mas que em 2015 se encontrava matriculado na turma que participou foi incluído na pesquisa. Exceto esse caso de inclusão na pesquisa, seis alunos, dos 102 que participaram das oficinas em 2014, não foram encontrados no momento da pesquisa, em 2015, sendo excluídos. Somente através da assinatura no TCLE foi possível obter esse controle fidedigno sobre os estudantes que participaram da pesquisa desde o 1º Ano do EM (2013) até o 3º Ano, em 2015.

A partir da orientação metodológica de Fontoura (2011), os dados coletados foram organizados em planilhas e analisados. No entanto, optamos por apresentar alguns exemplos que representam as respostas mais encontradas entre os estudantes que participaram das oficinas e os resultados encontrados no grupo de estudantes que não participou das oficinas nos subitens a seguir.

### **5.6.1. Resultados encontrados entre alunos participantes das oficinas (2015)**

No que diz respeito aos conhecimentos sobre genoma, ligações do tema com a Biologia e críticas aos filmes trabalhados nas oficinas, os resultados encontrados em 2015 foram bem interessantes.

Pesquisas internacionais também têm mostrado que o uso de filmes em sala de aula pode estimular a compreensão da natureza da ciência bem como a aprendizagem de conceitos científicos e posicionamentos críticos frente a eles (PÉREZ; MATARREDONA, 2012; BORRÁS, 2008).

Segundo o relato dos professores que fizeram a última coleta, a postura dos estudantes foi solícita e tranquila em responder o documento elaborado pela pesquisadora (Apêndice G) de forma crítica. Nesse documento, os alunos deveriam se colocar no papel de um crítico de cinema que escrevesse para um blog muito curtido e compartilhado criticando, elogiando e julgando pontos fortes e fracos de um filme, bem como que partes de cada filme assistido nas

oficinas em 2014 apresentavam teor científico ou que partes eram apenas ficção, definindo ainda o que entendia por “Genoma”.

Dos 102 alunos que participaram das oficinas em 2014, 95 participaram da terceira coleta de dados em 2015. A intenção em pesquisar esses alunos dez meses após a participação nas oficinas foi verificar a eficácia do uso de filmes de Ficção Científica como recurso didático no ensino do Genoma em interfaces com conteúdos de Biologia nos anos finais da Educação Básica tendo como embasamento a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Moreira enfatiza que a aprendizagem significativa crítica ou subversiva:

*“Aquele que permitirá ao sujeito manejar a informação criticamente, conviver com a incerteza, a relatividade, a probabilidade das coisas; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas (...)” (MOREIRA, 2006b, p. 28).*

No Quadro 5.8 foram destacados alguns exemplos de respostas encontradas entre os estudantes que participaram das oficinas, um exemplo de cada escola.

**Quadro 5.8 - Algumas respostas encontradas em 2015 entre os estudantes que participaram das oficinas em 2014**

Turma 3º Ano acompanhada	Filmes e Críticas	Ligações com Biologia	O que você sabe sobre Genoma?
Aluno 1 Escola A	<i>“No filme “Homem Aranha”, por exemplo, nunca que um ser humano picado vai ser parecido com aquele animal, mas o caso dos transgênicos, que se coloca uma parte do material genético de um ser vivo em outro, acontece mesmo. Aí vi que o filme de ficção científica pode ter <u>coisas do livro</u> de maneira mais legal e inteligente..”</i>	<i>“Na Biologia, tem os <b>transgênicos</b>... vi no ano passado numa palestra da Fiocruz com filmes que podia ser misturado o <b>DNA</b> de plantas diferentes...” “No <b>livro de biologia</b> também tem isso, mas não sabia”.</i>	<i>“Aprendi que essa parada de Genoma é o nosso material genético...”</i>
Aluno 13 Escola B	<i>“passei a achar o filme do Hulk mais legal, com os avanços da genética podem fazer humanos mais fortes, mais preparados para guerra, por exemplo. Isso pode ser perigoso...por isso passei a ler mais sobre as coisas de genética e observar mais isso nos filmes.”</i>	<i>“Pode ser o caso dos animais que têm olhos de cores diferentes, até seres humanos ...” “(...)outra coisa legal que aprendi é que a ciência mexe no <b>genoma</b> e isso é chamado de <b>biotecnologia!</b>”</i>	<i>“... Em genética, aprendi onde fica o DNA que no <b>livro de Biologia</b> só mostra um “enroladinho” e que podem ser feitos remédios de acordo com o genoma...é a ciência do futuro..ps..do presente também!”</i>

<p><b>Aluna 31</b> <b>Escola C</b></p>	<p>“No filme “<i>Quarteto Fantástico</i>” achei curioso ver que a radiação é perigosa de verdade e pode até mudar o DNA... sabia que o sol poderia causar câncer, mas nunca achar que era tão sério... passei a olhar com outros olhos...”os autores foram sensacionais”.</p>	<p>“Esses filmes são maneiras de se ver e ser prestar a atenção eles falam de <b>saúde</b>, mas a gente não percebe, aprendi com o filme do <b>Hulk</b> por que <b>a droga</b> pode até matar, mas não estudei isso nas aulas de <i>Biologia</i>”</p>	<p>“O Genoma é o material genético dos seres vivos e eu nunca tinha ouvido falar essa palavra até pouco tempo...”</p>
<p><b>Aluna 43</b> <b>Escola D</b></p>	<p>“Sobre os <i>X-Men</i>, achava que era tudo ficção e ficção era mentira...agora sei que é um tipo de arte muito legal e pode ter coisa até de <i>História e Biologia</i> ali. Pena que <b><u>nos livros da escola</u></b> eu não vi isso.”</p>	<p>“Teve umas palestras com filmes da Fiocruz que disse que é possível ter mutantes na natureza e que nem sempre uma mutação é ruim.A <b>diversidade de seres vivos</b> pode ter sido por isso”</p>	<p>“O tal de genoma... é onde fica o nosso DNA e as doenças que podemos ter pode ter alguma coisa a ver...”</p>

Fonte: Dados da Pesquisa

A porcentagem de estudantes que conseguiu relacionar, mesmo dez meses depois das atividades, algum aspecto dos filmes trabalhados com assuntos da Biologia chega a 90% (ou seja, 86 dos 95 alunos). Os assuntos mais citados foram: biotecnologia, sobretudo os transgênicos (48 alunos citaram, ou seja, mais de 50%) e saúde (36 alunos, o que equivale a aproximadamente, 38%). Porém, outros assuntos pertinentes a Biologia foram relatados, como, por exemplo, heterocromia, hereditariedade, evolução e biodiversidade. Interessante notar que os temas mais citados pelos alunos foram aqueles que intitularam os Blocos Temáticos das oficinas.

Quanto a definição de genoma, foi observado um quantitativo de 80% dos estudantes conceituando cientificamente<sup>48</sup>. Alguns exemplos que corroboram essa afirmativa foram destacados abaixo:

“Genoma é o material genético” (Aluno 26, escola C);

“O Genoma é onde está o DNA...” (Aluna 44, escola D);

“Genoma é o livro da vida...” (Aluna 24, escola B);

“Através do estudo do genoma poderemos ter um conhecimento maior sobre a vida e a saúde” (Aluno 1, escola A);

<sup>48</sup>“Genoma é o conjunto de genes que compõem um organismo cuja sequência contém o código genético que está presente no núcleo de cada célula eucariótica” (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

*Pelo Genoma a ciência vai descobrir muitas coisas, pois é o código que diz quem sou...” (Aluno 27, escola C);*

*O Genoma é o conjunto de genes” (Aluno 16, escola B).*

Além da definição de genoma e das correlações com outros temas do currículo de Biologia, dois aspectos interessantes apareceram na escrita dos alunos.

Um deles foi a citação da frase “livro didático” ou “livro da escola” como sublinhado no Quadro 5.8, fazendo um paralelo com o que foi aprendido através dos filmes. Esse aspecto permite um breve comentário sobre a “ordem” com que, muitas vezes os materiais didáticos são utilizados para mediar o conhecimento. É comum que o livro didático, assim como a lousa, sejam usados como materiais introdutórios, esperando que, a partir deles os estudantes aprendam e sejam avaliados (JUSTINA; BARRADAS, 2004). Nesse sentido, Justina e Ferla (2006) reiteram que:

*“A expectativa é a de que os conceitos necessários para a compreensão dos novos rumos da genética sejam adquiridos na sala de aula, por meio de práticas que contemplem a investigação científica e o estudo dos problemas atuais para discussão dos aspectos éticos a eles relacionados” (JUSTINA; FERLA, 2006, p.36).*

O segundo aspecto é a revelação de alguns alunos como um novo “olhar” sobre os filmes de Ficção Científica. Um exemplo desse tipo de relato está a seguir:

*“Aquela cena do filme Quarteto Fantástico que o “Coisa” fica recebendo radiação por mais tempo que os outros é tão interessante porque se você for parar pra pensar, o tempo que uma pessoa fica tomando sol, pode trazer muito mais problemas pra sua saúde dela, como manchas na pele e até câncer. Depois de pensar nisso, passei a ver ficção científica com muito mais atenção, buscando me atualizar com relação a ciência...” (Aluno 37, escola D).*

Diante desses resultados, importa ressaltar que ao trabalhar com filmes em sala de aula, o docente também precisa desenvolver um novo “olhar” para não usar o filme apenas visando a discussão de “erros” conceituais. Afinal, os filmes de FC não têm essa intenção (NAPOLITANO, 2013). Nessa perspectiva, Piassi e Pietrocola (2009) dizem que é preciso enxergar os filmes como materiais ricos para debates em perspectivas culturais, filosóficas, artísticas e mesmo científicas. Nessa última perspectiva, salientam que:

*“Não é possível ignorar que a obra ficcional segue suas próprias leis: aquilo que um cientista consideraria um erro pode constituir uma estratégia narrativa fundamental para que a história atinja o efeito pretendido pelo autor” (op. cit., 2009, p. 527).*

De acordo com Piassi e Pietrocola (2009) para que os filmes de ficção não sejam usados no ensino como meros recursos didáticos é preciso buscar neles uma conciliação com aspectos epistemológicos da ciência, da cultura, da sociedade. Esse “olhar pedagógico” deve estar fincado na ideia de que a FC não se define como fantasia sobre ciência, *“mas que a FC emprega uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade”*. Há autores que colocam que a Ficção Científica *“não se trata de mero espanto e estranhamento frente ao incomum (...), mas de um estranhamento que obriga a pensar no incomum como uma conjectura plausível e lógica, aplicável ao mundo fora da ficção.”* (op. cit. 2009, p. 528).

Rezende Filho et al., (2015) comentam que ao apresentar uma obra audiovisual em sala de aula, o professor/pesquisador pode estar estendendo a posição do aprendiz para a de espectador. Enquanto espectador, experiências, interesses pessoais e conhecimentos podem ser externados, o que vem ao encontro de princípios que norteiam algumas Teorias de Aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é extremamente importante identificar o que o aprendiz já sabe para que, a partir dessa identificação sejam ensinados de acordo com suas experiências e capacidade mental (AUSUBEL, 2003). Quando isso acontece, o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado e adquire mais estabilidade, caracterizando a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011; 1999; MOREIRA; MASINI, 1982). Para Moreira (2011), após identificar os princípios da aprendizagem significativa e as condições em que ela ocorre, o próximo passo é torná-la crítica. Para tanto, enfatiza alguns “Princípios” facilitadores da aprendizagem significativa crítica que podem ser discutidos com base nas atividades realizadas nesta Pesquisa e nos resultados encontrados.

Denominamos tais Princípios de P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9 conforme descritos na Fundamentação Teórica (Capítulo 4, p. 52) e compilamos no Quadro 5.9, a saber:

**Quadro 5.9 - Comparação dos Princípios Facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica com atividades realizadas nas oficinas didáticas**

Princípios Facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011)	Atividades realizadas / resultados encontrados
PI. Princípio da Interação Social e do questionamento	PI. Oficinas Dialógicas
P2. Princípio da não-centralidade do livro de texto P9. Princípio da não utilização do quadro de giz	P2, P9. Diversidade de materiais (Filmes, slides, reportagens...)
P3. Princípio do aprendiz como perceptor / representador	P3. Participação ativa dos alunos em todo o processo
P4. Princípio do conhecimento como linguagem	P4. Estudantes mostraram uma nova maneira de perceber temas em Biologia
P5. Princípio da consciência semântica	P5. O significado das palavras está nas pessoas, pessoas “criam” significados para as palavras a partir das experiências que têm com elas - o tema genoma passou a ter um significado para os alunos
P6. Princípio de aprendizagem pelo erro P7. Princípio da desaprendizagem P8. Princípio da incerteza do conhecimento	P6, P7, P8. A construção do conhecimento como um processo em que ideias mais relevantes dão lugar às irrelevantes. Não há verdade absoluta.

**Fonte: Dados da Pesquisa**

O primeiro Princípio da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (P1) é o “Princípio da Interação Social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas”. Através das atividades nas oficinas foi possível estabelecer um diálogo com os alunos e entre os alunos, viabilizando a interação social, a criação de perguntas e, sobre essas, novas perguntas.

O segundo Princípio facilitador da Aprendizagem Significativa Crítica (P2) comenta sobre a importância da não-centralidade do livro de texto e que é preciso priorizar, na perspectiva da aprendizagem crítica, a utilização de diferentes materiais instrucionais.

Na presente pesquisa foram utilizadas cenas de filmes, slides, recortes de revistas e reportagens, debates e outros materiais instrucionais que não o livro didático, seguindo as instruções desse Princípio. Vale ressaltar que não se propõe o abandono do livro didático, mas que sejam diversificados os materiais instrucionais permitindo que a mediação do conhecimento seja feita de forma dinâmica e dialógica.

O terceiro Princípio (P3) propõe que o estudante seja colocado na posição de perceptor e representador (P3) no processo de aprendizagem. Esse Princípio diz que o ser humano percebe o mundo em que está inserido e essas percepções é que permitem as representações pessoais. A partir de atividades dialógicas, dá-se a oportunidade para que essas representações sejam mostradas, permitindo, no caso de sala de aula, que o professor reconheça o que os alunos sabem sobre determinado assunto e trabalhe de forma compatível. Para tanto, esse Princípio vai na “contramão” do método tradicional de ensino que coloca o estudante como receptor. Através de textos, reportagens, apresentações orais e escritas, mapas conceituais oportunizados nas oficinas com o uso dos filmes, foi possível coadunar com esse Princípio.

O quarto princípio da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (P4) é o Princípio do conhecimento como linguagem. Moreira (2011, p. 232) diz que “*a chave da compreensão de um conhecimento está na linguagem*”. Para o autor, ensinar Biologia (assim como qualquer outra disciplina) é ensinar uma linguagem que permita ao estudante uma nova maneira de perceber o mundo, ou seja, vai além de aprender significativamente, é ensinar a ver o mundo com outros olhos. No Quadro 5.8, uma aluna da escola C escreveu que passou a ver a questão da radiação solar com “*outros olhos*”, como uma forma de mostrar que, a partir de uma cena do filme “Quarteto Fantástico” debatida na oficina “Genoma e Saúde” teve ampliada sua compreensão sobre o tema. Essa compreensão está subentendida em diversas declarações dos estudantes que participaram das oficinas, quando em 2015, mostraram as associações do conceito de genoma com temas biológicos, familiares e sociais.

O quinto Princípio (P5) diz respeito à consciência semântica e seu foco está na ideia de que o significado não está somente nas palavras e sim, nas pessoas. Pessoas criam as palavras e as palavras só surgem pelas experiências que cada ser humano tem com elas. Quando o indivíduo é incapaz de atribuir novos significados às palavras, é por que não aprendeu significativamente. Logo, é preciso entender que o significado das palavras muda, e que há significados denotativos (objetivos e sociais) e conotativos (subjetivos e pessoais) e é na troca de significados que o ensino e a aprendizagem se concretiza de forma eficaz.

Como Moreira (2011) explica:

*“No ensino, o que se busca, ou o que se consegue é compartilhar significados denotativos a respeito da matéria de ensino, mas a aprendizagem significativa tem como condição a atribuição de significados conotativos, idiossincráticos (é isso que significa incorporação não literal do novo conhecimento à estrutura cognitiva do indivíduo)”* (MOREIRA, 2011, p.234).

Desde sua descoberta, em 1950 até os dias atuais, o conceito de genoma tem agregado diferentes significados, denotativos e conotativos, importando que os alunos reconheçam tais conceitos e os compreendam. Utilizando-nos da linguagem fílmica, mas também de materiais de apoio (slides, recortes de revistas, reportagens e artigos científicos) foi possível mostrar a presença desse conceito em diferentes perspectivas e a relevância desse conhecimento para a formação do cidadão.

O Princípio de aprendizagem pelo erro (P6) enfatiza a importância de se compreender que o conhecimento é construído, que se aprende pela correção de erros e que a incerteza existe (MOREIRA, 2011, p.234). Em 2014, ao comentar que as oficinas seriam feitas com uso de filmes de superaventura, muitos estudantes perguntaram se íamos corrigir os “erros” contidos nesses filmes, ensinando o que, cientificamente, seria o “correto”. Embasados na instrução de Piassi e Pietrocola (2009), salientamos que os filmes de Ficção Científica não têm por objetivo ensinar ou mostrar “erros” de ciências, no entanto, eles têm muitas interfaces bacanas a serem discutidas com tópicos de Ciências. A partir desses comentários, discutimos rapidamente com os alunos como a ciência avança a partir de “erros”. Através dessa discussão, foi possível levá-los a pensar que o próprio conhecimento do genoma (e o conhecimento científico em geral) passou por muitas mudanças ao longo do tempo e que o “erro” faz parte do processo de busca pelo conhecimento. Afinal, atividades que colocam o estudante frente à obra ficcional, o colocam como *“um leitor crítico e o levam a questionar sua própria experiência vivida com os conceitos da ciência no contexto da vida humana”* (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.538).

O sétimo Princípio (P7) tem por base a ideia que desaprender às vezes é fundamental para que o estudante perceba que a ideia inicial ou seu conhecimento prévio não era o mais adequado ou aceito, talvez, no âmbito científico. Moreira (2011, p.236) comenta que *“na medida em que o conhecimento prévio impede de captar os significados do novo conhecimento, se está diante de um caso no qual é necessária a desaprendizagem”*.

Não se trata de esquecer um conhecimento e substituí-lo por outro, mas sim não usá-lo como subsunçor (alicerce) para que outros conceitos sejam ancorados (AUSUBEL, 2003). Em se tratando de temas científicos, importa que o estudante compreenda que, a cada momento, novos conhecimentos são gerados e divulgados e que é preciso estar atualizado para saber o que é relevante ou não, atual ou obsoleto. Moreira (*op. cit.*, p.237) salienta que *“Aprender a desaprender é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do e irrelevante (...) essa é a aprendizagem significativa crítica”*.

Durante a participação dos estudantes nas oficinas algumas anotações de campo permitiram levantar alguns pontos interessantes. No primeiro Bloco Temático trabalhado, os posicionamentos e mesmo percepções dos estudantes quanto ao material genético pareciam ser distantes de sua vivência pessoal e desconexos dos conteúdos escolares. O que mais os estudantes falavam era sobre hereditariedade, talvez por ser muito enfatizada na genética Clássica (Leis de Mendel). No decorrer das oficinas, sobretudo no Bloco intitulado “Genoma e Saúde”, a compreensão dos estudantes parece ter mudado ao expressarem, por exemplo que, apesar de a saúde ter, em muito, ligação com a hereditariedade, ela pode ser afetada por agentes físicos, químicos e mesmo biológicos.

As falas dos estudantes foram sendo “substituídas” pela ênfase na prevenção, como mostram os alunos das escolas C e D, respectivamente:

*“Antes eu achava que, como na minha família ninguém teve câncer, eu não corria esse risco. Agora entendo que preciso me cuidar e evitar ficar na praia horas e horas sem protetor solar e virar a noite na balada fumando como fumo”* (Aluno 28, escola C).

*“Eu achava que essa coisa de hereditariedade era o que mais influenciava na minha vida futura... mas não. Posso ter mais saúde no futuro que meus pais...é só me cuidar”* (Aluna 44, escola D).

No Bloco “Genoma e Saúde” foi comentado que, apesar da herança genética ter forte ligação com determinadas doenças, alguns tipos de câncer podem surgir por descuidos com a saúde, como exposição ao sol em horários impróprios e sem proteção, o fumo, o álcool, a qualidade de vida, o uso de determinadas drogas (...) buscando ressaltar a importância do cuidado com a saúde e a relação com o genoma.

Ao deparar com algumas respostas apresentadas pelos estudantes foi percebido que algumas colocações feitas pelos mesmos estudantes foram sendo substituídas por outras, mais amadurecidas no que diz respeito ao genoma e sua relação com a Biologia, a biotecnologia e a saúde, corroborando assim o que diz o Princípio da desaprendizagem.

O oitavo Princípio (P8) enfatiza que se deve compreender o conhecimento como algo em constante mudança, assim como diz o Princípio 1(P1): “Através de perguntas, novos conhecimentos são gerados”. O conhecimento não é algo pronto, imutável, mas construído e passível de mudanças e a própria natureza do conhecimento científico é assim. Logo, o Princípio da incerteza do conhecimento (P8) é colocado por Moreira (2011) como um resumo dos Princípios anteriores e que a aprendizagem significativa crítica só acontecerá quando o indivíduo perceber que todo conhecimento humano é metafórico, ou seja, fruto da invenção humana.

A Ficção Científica é um rico instrumento para se trabalhar essa ideia. Se os docentes buscassem esse caminho para ensinar, talvez o “olhar” dos estudantes sobre os feitos da Ciência e seus rumos, fosse diferente. Nesse ínterim, em algum momento das oficinas, alguns alunos questionaram se a Ficção imita a Ciência ou se a Ciência imita a Ficção, no sentido de que “as duas parecem correr atrás uma da outra para mostrar verdades ou provar que as inverdades podem se tornar verdades”. Essa ideia mostrada pelos alunos prova que entendem a ciência como “verdade” e a ficção como “inverdade”. Esse foi um momento propício para dialogar que não há “verdades científicas” e “inverdades na ficção” e sim maneiras diferentes de se mostrar conhecimentos. Na perspectiva da ciência, há um método que permite que novos conhecimentos surjam a partir dos atuais. Tanto a Ciência como a Arte têm percepções sobre o mundo, cada uma com métodos específicos, porém, ambas, são frutos da invenção humana. Viana e Reblin (2011) enfatizam que a sociedade apresentada nas narrativas da ficção não é apenas aquela em que vivemos, mas a que tememos, almejamos ou sonhamos, por isso, muitos se apropriam dela. No mundo dos super-heróis, os super-poderes são frutos de um processo de evolução da espécie que, pelos passos largos que a ciência tem dado rumo ao genoma e à biotecnologia, torna-se um “mito moderno” (VIANA; REBLIN, 2011).

Por fim, o último Princípio colocado por Moreira (2011, p. 239) como facilitador da aprendizagem significativa crítica é o Princípio da não utilização do quadro de giz, da participação ativa do aluno e da diversidade de estratégias de ensino (P9). Para Moreira (2011), ao utilizar apenas o livro de texto e/ou no quadro de giz, o professor pode estar dizendo ao estudante que tudo que está contido nesses recursos é verdade absoluta e imutável. Ao passo que o contato do estudante com recursos didáticos diversificados e dialógicos pode mudar essa percepção possibilitando a ocorrência da aprendizagem significativa crítica.

Em resumo, ao utilizar diferentes materiais instrutivos, entendemos ter feito uso do segundo e do nono “Princípio” proposto na aprendizagem significativa crítica (P2, P9). Ao pautar as atividades das oficinas no diálogo entre professor e aluno e entre os próprios alunos, acreditamos ter usado o primeiro Princípio (P1). Ao trocar ideias e significados, o quarto Princípio (P4) foi utilizado. O terceiro Princípio foi utilizado quando permitimos que os alunos fossem participantes das atividades (P3 – alunos como perceptores e representantes) e compreendessem que o significado não está nas palavras, e sim nas pessoas (P5). Assim, foi enfatizada a ideia de construção do conhecimento (P6, P7, P8).

Tais Princípios também coadunam com a TAS e reiteram que mais do que aprender significados e conceitos, é preciso que o aprendiz perceba esses significados como “*uma nova maneira de ver o mundo*” (MOREIRA, 2011, p.232). Demo (2004) complementa que os

alunos precisam saber as disciplinas básicas oferecidas na escola, porém, afirma que o mais importante é saber o que fazer com esse conhecimento para ter autonomia na sociedade. Ao realizar as oficinas em Blocos Temáticos, buscamos essa aproximação de saberes com o cotidiano dos estudantes, como a relação do genoma com sua vida escolar e pessoal.

No campo das Teorias Sociocríticas, Orey e Rosa (2007) também defendem a adoção de práticas educativas ativas que propiciem a discussão de conteúdos designados pelo currículo com questões da vivência dos estudantes, vindo de encontro aos Princípios da Aprendizagem Significativa Crítica. Para Moreira (2010), só por meio da aprendizagem significativa crítica é que se “*poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças*” (MOREIRA, 2010, p. 7) e esse objetivo foi buscado a todo momento na utilização dos filmes para o ensino do Genoma no contexto das escolas pesquisadas.

No entanto, entendemos que a formação de alunos críticos não depende apenas de um conjunto de oficinas didáticas ou um recurso didático atrativo, mas que essa competência deve ser buscada em diferentes contextos e disciplinas, sem desconhecer o papel de outros segmentos da sociedade.

### **5.6.2. Resultados encontrados entre alunos não participantes das oficinas (2015)**

No intuito de traçar um paralelo de discussões entre os resultados encontrados no grupo de estudantes participantes das oficinas com aqueles que não participaram, convidamos, em 2013, 2014 e 2015 alunos de 3º Ano do EM para responder o questionário que consta no Apêndice B. Poderíamos esperar que, durante esse período, alguns alunos apresentariam conhecimentos sobre o tema já que está inserido em várias vertentes do currículo escolar obrigatório.

Em 2013, através desse questionário foi percebido que estudantes que estavam iniciando o Ensino Médio (1º Ano) e também estudantes que estavam concluindo o Ensino Médio (3º Ano) desconheciam a palavra “genoma”. Em 2014 e em 2015<sup>49</sup>, mais uma vez estudantes do último ano de formação básica (3º Ano do EM) responderam ao questionário e a porcentagem de respostas do tipo “*Não sei*”; “*Nunca ouvi falar*” foram semelhantes aos resultados encontrados em 2013.

---

<sup>49</sup> No total das quatro escolas, os estudantes de 3º Ano do EM que participaram da pesquisa apenas respondendo o questionário que consta no Apêndice B foram: Em 2013: 78; em 2014: 72; em 2015, 96 estudantes. Portanto, um total de 246 estudantes formandos que compuseram as chamadas turmas aleatórias nesta Tese.

Esses resultados encontrados ao longo de três anos consecutivos nos permitem apontar que fracos legados têm sido deixados a sucessivas gerações de estudantes sobre o tema. Essa “falha” pode comprometer a compreensão de uma série de conceitos biológicos que estão diretamente relacionados, corroborando o que tem sido mostrado em pesquisas nacionais e internacionais voltadas ao ensino de genética.

Outro aspecto não menos importante é o tipo de formação que tem sido dada aos alunos para a atuação na sociedade do século XXI. Um indivíduo que desconhece os assuntos científicos de seu tempo, como é o caso do tema Genoma, pode permanecer à margem de importantes discussões no campo da bioética, da saúde, da economia e de muitos outros assuntos pertinentes, indo na contramão do que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002). Esse documento enfatiza que a formação do estudante do século XXI deve estar pautada no exercício da cidadania e, para isso é preciso que participe ativamente dos assuntos de seu tempo, quer sejam sociais, científicos ou tecnológicos. Nesse sentido, Hobsbawn (1995) observa que privar a população de conhecimentos de seu tempo é uma forma de impedir o exercício da cidadania.

Além disso, podemos ressaltar que se conteúdos da matéria fossem aliados a assuntos do cotidiano dos alunos como, por exemplo, tópicos em saúde, o interesse por esses assuntos poderia recrudescer, refletindo em resultados acadêmicos mais satisfatórios (DRIVER *et al.*, 1999; MORTIMER, 1992). Sampaio (2000) comenta que a falha na articulação entre tópicos de educação e saúde, é, em parte, responsável pelo fato de a população não reconhecer a ciência como um bem a serviço da saúde. Nessa perspectiva, Young (2007) comenta que:

*“As escolas devem cumprir um papel importante em promover a igualdade social, elas precisam considerar seriamente a base de conhecimento do currículo, mesmo quando isso parecer ir contra as demandas dos alunos (e às vezes de seus pais). (...) Para jovens de lares desfavorecidos, a participação ativa na escola pode ser a única oportunidade de adquirirem conhecimento poderoso e serem capazes de caminhar, ao menos intelectualmente, para além de suas circunstâncias locais e particulares. Não há nenhuma utilidade para os alunos em se construir um currículo em torno da sua experiência, para que este currículo possa ser validado e, como resultado, deixá-los sempre na mesma condição”* (YOUNG, 2007, p. 1297).

Traçando um paralelo entre os resultados obtidos com os discentes que não participaram das oficinas e as entrevistas feitas com seus respectivos professores, pode-se corroborar

também que o conceito de genoma não tem sido abordado como um tema central ou contextualizado com outros temas nas aulas de Biologia nas turmas pesquisadas.

Diante desse desafio para o docente, uma alternativa seria trabalhar conceitos centrais da matéria visando a aprendizagem significativamente do que realmente importa. Na seara dos conceitos centrais ou estruturantes, Gagliardi (1986, p.31) comenta que, se compreendidos pelos estudantes, poderiam facilitar a assimilação de outros conceitos subordinados (ou até mais complexos). Para Gagliardi, quando se assimila um conceito central muda-se o sistema de significação, permitindo ao estudante incorporar coisas sobre as quais não se davam conta antes. Nesse contexto, Libâneo (1994, p.43) complementa que aquilo que o estudante conhece depende da sua realidade e muitas são as situações no contexto de ensino em que não se apropriam dos conceitos, pelo fato de não estarem relacionados à sua vivência ou ainda por desconhecerem a relevância para sua vida.

Os resultados encontrados entre os docentes pesquisados mostram que, apesar de reconhecerem que filmes são ótimos instrumentos didáticos, não os usam com frequência ou usam de maneira pouco produtiva para ensinar conteúdos do currículo. Alguns professores alegaram que “passam” todo o filme para a turma e depois discutem alguns pontos. Outros docentes confirmaram utilizar filmes como recurso no ensino de Biologia, porém, não elaboram previamente um roteiro de discussões que busque debater os conteúdos do currículo facilitando a aprendizagem significativa e crítica dos mesmos. Dessa forma é o “uso pelo uso”, é o “filme pelo filme”, permanecendo uma pedagogia tradicional em que o estudante permanece em uma postura passiva diante dos conceitos escolares e da sua formação para a vida. Quando realizada nesse formato, a atividade com filmes pode ultrapassar os tempos de aula, comprometendo o planejamento e as avaliações bimestrais. Esse “engessamento” do dia-a-dia de sala de aula coloca o professor na posição de refém do sistema, levando ao desinteresse ou mesmo ao desestímulo quanto ao uso desse instrumento didático.

Nesse sentido, Napolitano (2013, p.14) comenta que é preciso ajudar os professores a reencontrar um caminho para se trabalhar filmes em sala de aula. O autor enfatiza que o cinema, *“além de fazer parte do complexo da comunicação e da cultura de massa, também faz parte da indústria e do lazer, sendo uma obra de arte coletiva e tecnicamente sofisticada”*. Contudo, enfatiza que o uso de filmes em sala de aula não irá solucionar a crise do ensino escolar *“nem substituir o desinteresse pela palavra escrita”*. Mas coloca que se usado de forma articulada com o currículo, adequando as discussões ao tempo de aula, os alunos poderão exercitar a habilidade crítica e aprimorar o olhar sobre uma das atividades culturais mais importantes do mundo contemporâneo (NAPOLITANO, 2013, p.14).

A Tabela 5.9 mostra o número de estudantes que a cada ano participaram de alguma forma desta pesquisa nas quatro escolas. Nas colunas destacadas em cinza está o quantitativo de estudantes que foram acompanhados no decorrer de sua formação no Ensino Médio ao passo que, nas colunas brancas está o número de alunos do 3º Ano das turmas escolhidas aleatoriamente.

**Tabela 5.9 - Quantitativo de alunos que participaram da pesquisa em 2013, 2014 e 2015**

Escolas	2013 (1º Ano)	2013 (3º Ano)	2014 (2º Ano)	2014 (3º Ano)	2015 (3º Ano)	2015 (3º Ano)
A	25	17	29	21	29	27
B	29	19	27	13	25	23
C	32	16	20	15	21	29
D	33	26	26	23	20	17
<b>Total de alunos acompanhados</b>	119	78	102	72	<b>95</b>	96

Fonte: Dados da Pesquisa

**Legenda:** Em vermelho (N=95) representa os alunos que foram acompanhados ao longo de sua formação no Ensino Médio, ou seja, de 2013 a 2015 participando de todas as coletas de dados. Este número, somado aos demais alunos de 3º Ano que a cada ano foram convidados a responder o questionário, totaliza 341.

No total de 341 estudantes pesquisados, 246 eram de turmas que não participaram das oficinas e continuaram mostrando desconhecimento do tema genoma, ou seja, 72%. Diante do número de alunos matriculados anualmente na rede pública estadual (Tabela 5.1) e dos resultados encontrados nesta pesquisa, há de se questionar quantos indivíduos podem estar à margem de conhecimentos em genética.

Rosário (2016) lembra que há pouco mais de uma década as diferenças em pontos percentuais de estudantes pobres e ricos que concluem o Ensino Médio no Brasil mudaram. Com base no Pnad (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio) e nos dados divulgados em 2014 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), nota-se que:

*“Em 2005, 18,1% dos jovens de 19 anos, entre os 25% mais pobres da população, concluíam o Ensino Médio. Entre os 25% mais ricos, a porcentagem chegava a 80,4%. Ou seja, havia uma diferença de 62,3 pontos percentuais entre os dois*

*grupos. Em 2014, o cenário mudou. Entre os mais pobres, 36,8% concluíam o Ensino Médio e, entre os mais ricos, 84,9%. A diferença entre os dois grupos ficou em 47,8 pontos percentuais.” (ROSÁRIO, 2016, p. 7 e 8).*

Os Parâmetros Curriculares Nacionais ratificam esses dados enfatizando que o Ensino Médio foi a modalidade de ensino que mais cresceu em número de matrículas nos últimos anos. Esse documento enfatiza que essa modalidade precisa *“assegurar a todos os cidadãos os direitos de consolidar e aprofundar conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental (...) tendo em vista conhecimentos científicos e tecnológicos de seu tempo”* (BRASIL, 2000, p. 9 e 10).

No entanto, ainda que a quantidade de jovens com diploma de Ensino Médio tenha aumentado, esses dados não configuram a qualidade de formação que a educação pública estadual tem oferecido. Pesquisas mostram que o sistema educacional brasileiro continua sendo diagnosticado como um dos piores no ranking mundial, especialmente na rede pública estadual<sup>50</sup>. As avaliações em nível nacional também mostram que a proficiência dos estudantes é insatisfatória<sup>51</sup>.

Sem pretender aprofundar as discussões sobre os resultados que têm apresentado o sistema educacional brasileiro, vale ressaltar que:

*“(...) O docente necessita estar convicto de que sua atividade é especial, é política, é formadora. O professor que compreende seu papel na sociedade ultrapassa a esfera do conhecimento e tem ciência do tipo de aluno que quer formar para qual sociedade o está formando, e para que tipo de mundo desenvolve a ação docente. Assim, firma consigo mesmo a responsabilidade pela construção do novo cidadão e pela tão sonhada transformação que a educação pode oferecer” (MADALOZ; SCALABRIN; JAPPE, 2012, p. 11):*

Diante desses resultados, pesquisadores afirmam que, com o dinâmico surgimento de novos conhecimentos contínuas mudanças na educação científica precisam acontecer (KRASILCHICK, 2004; LORENZETTI, 2000; LANNES; FLAVONI; DE MEIS, 1998). Nesse processo, é preciso que o docente reconheça que ensinar e aprender são processos

---

<sup>50</sup> Resultados segundo o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Disponível em <http://www.anpae.org.br/simposio26/1comunicacoes/MaLourdesAraujo-ComunicacaoOral-int.pdf>

<sup>51</sup> Resultados do IDEB 2015 (avaliação nacional para verificar o índice de desenvolvimento da educação). Disponível em <http://www.qedu.org.br/brasil/ideb?dependence=2&grade=3&edition=2015>

dinâmicos que precisam ser recriados a todo o momento (FREIRE, 1996). No entanto, cabe ao docente interagir com diversos saberes para fazer a mediação do conhecimento, o que não é uma tarefa fácil e requer estratégias para torná-lo acessível e significativo para os aprendizes (ARAÚJO-JORGE; BARBOSA; LEMOS, 2006).

Reconhecendo a escola como meio imprescindível para a igualdade social, na medida em que possibilita o acesso ao saber sistematizado, o quarto e último Objetivo Específico desta Tese foi produzir uma “ferramenta didática” que pudesse atender a um número maior de estudantes colaborando com o trabalho docente diante dos desafios relatados.

## **5.7. FERRAMENTA DIDÁTICA**

Com o intuito de auxiliar professores que atuam nos últimos anos da Educação Básica, o último Objetivo Específico desta Tese foi produzir uma ferramenta didática para o ensino do tema Genoma em interfaces com conteúdos de Biologia a partir dos filmes utilizados nas oficinas. Em conformidade com o edital do Plano Brasil sem Miséria, este objetivo visa dentre outros aspectos ligados a pobreza, o acesso a educação por meios facilitadores<sup>52</sup>.

Conforme sugerido pelos professores entrevistados nesta pesquisa, o material ideal para mediar conhecimentos sobre o genoma deveria ser prático e abranger vários conteúdos do currículo. Na tentativa de responder às expectativas dos docentes, estimular e auxiliar na utilização de filmes de FC em sala de aula foi elaborado uma ferramenta didática no formato de “Guia do Educador”. O primeiro exemplar foi intitulado “Guia do Educador para o filme *X-Men: Primeira Classe*” e publicado na Revista Genética na Escola, na seção Material Didático em 2016, v. 11, n.1. Esse primeiro material foi construído pela autora em colaboração com outros docentes do curso de doutorado da EBS (Ensino em Biociências e Saúde) e colegas doutorandos a partir de uma disciplina cursada. Portanto, ao pensar, elaborar e publicar o Guia do Educador, acreditamos estar colaborando com o trabalho docente e estendendo essa oportunidade a muitos outros estudantes o direito ao conhecimento científico no campo da genética.

---

<sup>52</sup> <http://mds.gov.br/assuntos/brasil-sem-miseria/acesso-a-servicos/educacao/educacao>

### 5.7.1. “Guia do Educador para o filme *X-Men Primeira Classe*”

Na primeira página do Guia do Educador (Figura 5.20) se encontra a proposta de uso do Filme *X-Men Primeira Classe*, os objetivos, conteúdos e nível escolar a ser trabalhado.



Figura 5.20 - Primeira Página do Guia do Educador  
Fonte: Dados da Pesquisa

Nas páginas seguintes (Figuras 5.21 e 5.22, respectivamente), o Guia do Educador convida o docente a usar o material de forma dialógica, contextualizando através das cenas demarcadas, conceitos de genética e evolução biológica. Para tanto, o artigo tem como sugestão a utilização do filme em sala de aula, em três Etapas. A Etapa 1 e Etapa 3 com duração de 15 a 20 minutos e a Etapa 2 com duração aproximada de 50 minutos, viabilizando a realização da atividade em poucas aulas.

A Etapa 1 orienta o professor a identificar conhecimentos prévios no grupo de estudantes e incentivar a participação dos mesmos expressando preferências por gêneros fílmicos, frequência com que assistem e se percebem a presença da Biologia em algumas cenas. A Etapa 2 descreve como explorar as cenas selecionadas e discuti-las com a turma. Para tanto, uma série de perguntas afins são descritas no Guia. Nessa Etapa, o professor

perceberá que a abordagem dos conceitos em Biologia não está limitada às cenas que são apresentadas no Guia nem às perguntas previamente elaboradas pelos autores. Sendo assim, estará livre para acrescentar ou até mesmo selecionar outras cenas e discussões pertinentes.

<p><b>MATERIAIS DIDÁTICOS</b></p> <p>Este material didático tem por objetivo facilitar a aprendizagem contextualizando conceitos que permeiam os eixos temáticos dos campos da Genética e da Evolução Biológica de forma colaborativa entre professores e alunos do ensino médio, regular ou Educação de Jovens e Adultos (EJA).</p> <p>Sugere-se que o material didático seja aplicado em duas aulas de 90 minutos (caso o professor solicite previamente que os alunos assistam ao filme em casa) ou quatro aulas de 90 minutos (caso o professor produza o filme em sala de aula). Para a realização da atividade proposta são necessários, além do filme "X-Men Primeira Classe", um computador, caixas de som e projetor multimídia ou televisão com DVD, e textos impressos.</p> <p>Visando facilitar e aperfeiçoar o trabalho do professor em sala de aula, alguns links com sugestões de materiais (textos, imagens, vídeos etc.) encontram-se disponíveis ao longo do roteiro.</p> <p>A principal característica dos personagens do filme é a expressão de alguma mutação biológica. As mutações são alterações na sequência dos nucleotídeos do genoma, podendo ocorrer tanto em um gene (que são trechos da molécula de DNA com informação para síntese de proteína ou RNA) quanto nos cromossomos (sendo que cada cromossomo possui apenas uma molécula de DNA).</p> <p>Mas, este conceito de mutação biológica não era tão claramente conhecido como nos dias atuais. Uma dica é que, havendo tempo, os professores construam uma linha do tempo com a turma, enfatizando a evolução do conceito de mutação, que hoje é divulgado das mais diversas formas, inclusive pelo cinema e pela escola. Caso o professor opte pela construção de uma linha do tempo, seria importante nela incluir os trabalhos de Mendel e sua redescoberta (1859 e 1945, respectivamente), além do modelo para a molécula de DNA proposto por Watson e Crick (1953) e o Projeto Genoma Humano (final do século XX e início do século XXI).</p>	<p><b>ETAPA 1: UM CONVITE À PERCEPÇÃO</b></p> <p>Duração média sugerida: 15 a 20 minutos</p> <p>Antes de explorar o filme, sugerimos que o professor estabeleça um diálogo com os estudantes sobre o intuito de identificar as preferências de gêneros de filmes, frequência com que os assistem e objetivos pelos quais o vemos. Durante o diálogo com a turma, é importante que os estudantes sejam informados de que filmes de ficção científica não têm a intenção de ensinar conceitos científicos, mas podem servir como bons recursos para se pensar e refletir sobre os feitos da ciência. Uma forma de começar a pensar é solicitar que os estudantes respondam algumas questões gerais como, por exemplo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. De que forma a "biologia" está presente no filme "X-Men primeira classe"?</li> <li>2. Em que momentos (cenas) é perceptível a presença da "biologia" no filme?</li> </ol> <p><b>ETAPA 2: EXPLORANDO O FILME</b></p> <p>Duração média sugerida: 40 a 50 minutos</p> <p>Para a realização desta etapa, a turma poderá ser dividida em grupos no sentido de expor diferentes percepções sobre o filme de forma colaborativa. Inicialmente, a partir da apresentação de três cenas curtas, previamente selecionadas e descritas abaixo, o professor poderá entrar na temática específica proposta para esta aula: "Genética e Evolução", de modo a contextualizá-la.</p> <p>O professor perceberá que a abordagem dos conceitos em Biologia não está limitada às cenas que serão apresentadas. Sendo assim, estará livre para acrescentar ou até mesmo selecionar outras cenas pertinentes. Outras perguntas podem ser acrescentadas ao debate, como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. O que caracteriza um ser vivo?</li> <li>4. Por que é importante estudar Biologia?</li> <li>5. Quais são as áreas de estudo da Biologia?</li> <li>6. O que se entende como evolução das espécies?</li> <li>7. O que se entende por DNA e hereditariedade?</li> </ol>		<p><b>GENÉTICA</b></p> <p><b>Cena 1: Genes e Evolução</b></p> <p>Tempo: 4'26s a 9'23s"</p> <p>Contexto da cena: em um campo de concentração nazista, o menino Erik (futuro Magneto) é prisioneiro pelo vilão, Shaw. Caso o menino não demonstre seus poderes imediatamente, sua mãe será assassinada.</p> <p>Nesse contexto, Shaw diz: "Os genes são a chave para como nos tornamos". A partir da cena, é possível levantar ou identificar os conhecimentos dos estudantes através de perguntas como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Por que os genes, de acordo com a cena, são a chave para uma nova era?</li> <li>9. Existe alguma relação entre os genes e as características inusitadas dos mutantes?</li> <li>10. Qual a relação entre os genes e a Teoria da Evolução das espécies?</li> </ol> <p><b>Cena 2: Heterocromia</b></p> <p>Tempo: 10'36" a 11'19"</p> <p>Contexto da cena: Charlie (futuro Professor Xavier), pesquisador na área da Genética,</p> <p>correojando uma moça, ressalta o fato de que ela tem olhos com cores diferentes: "Um verde, um azul. É uma mutação".</p> <p>Nesse momento, Charlie diz, em tom amigável e descontraído, que ela tem uma deformação genética, cientificamente chamada de heterocromia.</p> <p>Depois do diálogo entre as personagens algumas questões podem ser discutidas com os estudantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Na natureza, existem indivíduos mutantes? - Que exemplos podem ser citados?</li> <li>12. Como podemos comprovar a existência de mutações?</li> <li>13. O que pode ocasionar mutações?</li> <li>14. As mutações podem ser benéficas? Como?</li> </ol> <p>Paralelamente, algumas imagens podem ser projetadas com a finalidade de apoiar a discussão de alguns conceitos relacionados à Evolução.</p> <p>A partir das cenas 1 e 2, é possível o aprofundamento das discussões abordando temas como política, preconceito e história, en-</p>
--	---	---	--

**Figura 5.21 - Segunda Página do Guia do Educador**  
**Fonte: Dados da Pesquisa**

O Guia contém quatorze perguntas que estão diretamente relacionadas a conteúdos do currículo de Biologia no Ensino Médio e abre possibilidades para a discussão de outros temas ligados à saúde e ética, História dentre outros. Em se tratando da História, o próprio contexto da “origem dos super-heróis X-Men” está atrelada a um marco na história da Humanidade e os feitos da Ciência, como pode ser observado no trecho destacado pela autora:

*“Os super-heróis X-Men foram criados no período pós-guerra e lançados ao público através de histórias em quadrinhos em gibi (1963) e repaginados no final da década de 1970. Relatos de pesquisas afirmam que os mutantes presentes nos gibis eram retratos da realidade no Japão após a Segunda Guerra Mundial, sobretudo pelos efeitos da radiação atômica. De acordo com Gresh e Weinberg (2005), apesar da trama (narrativa ficcional) surgir antes dos personagens ditos “mutantes”, os mutantes fazem parte da realidade, sempre existiram e retratam,*

mesmo que na ficção, a história “real” da humanidade – que tem evoluído e mudado ao longo dos séculos” (NASCIMENTO, 2013b, p.17).

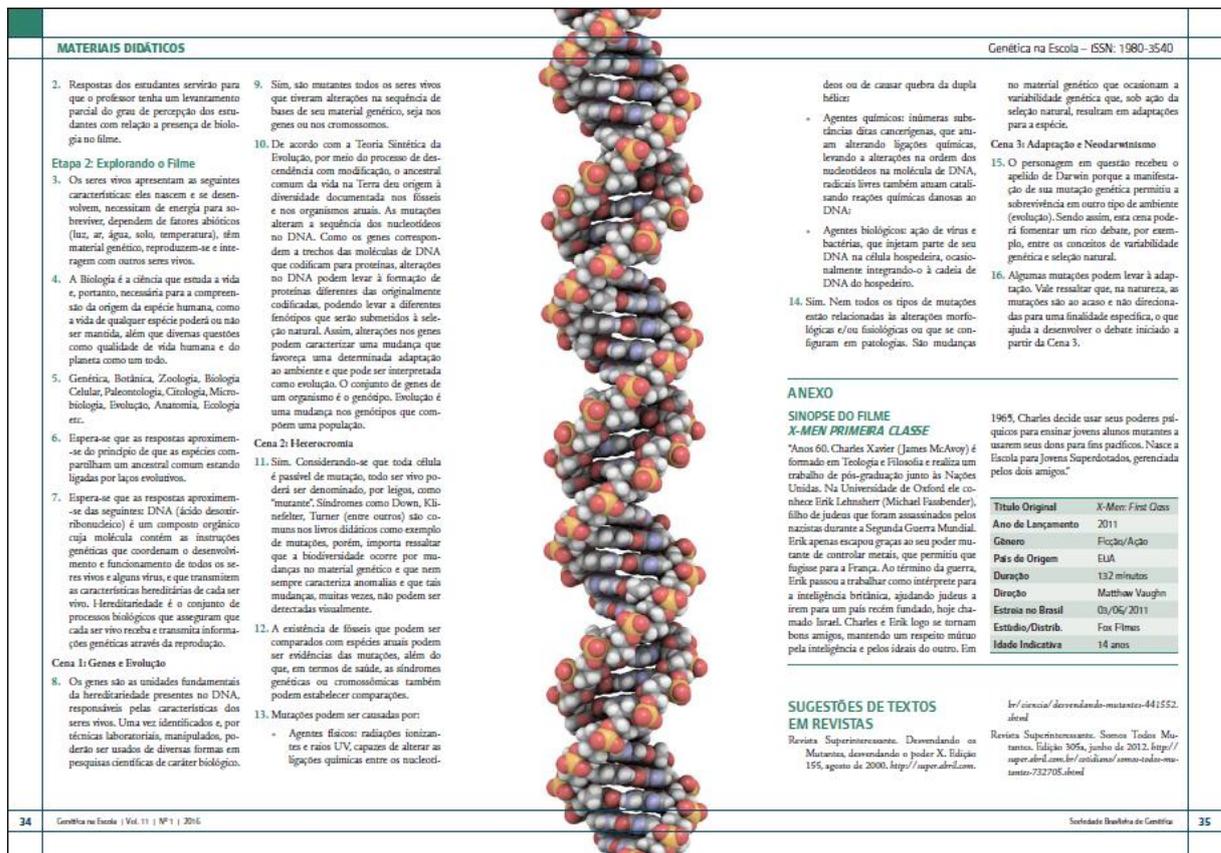
A terceira página do Guia do Educador (Figura 5.22) é iniciada com um comentário histórico que pode enriquecer ainda mais os debates com os alunos.

<p><b>MATERIAIS DIDÁTICOS</b></p>		<p>Genética na Escola – ISSN: 1980-3540</p>
<p>contrando respaldo na história da Segunda Guerra Mundial e na Guerra Fria, episódios que serviram de inspiração para os autores de <i>X-Men</i>, em suas histórias em quadrinhos e filmes. Os efeitos nocivos das bombas atômicas sobre o material genético também podem ser um excelente título a ser trabalhado em sala de aula, provocando reflexões e construindo conhecimentos interdisciplinares. Afinal, radiações de diversos tipos podem causar terríveis danos ao material genético e estão cada vez mais presentes em episódios referentes ao século XXI. Estudos têm confirmado que agentes físicos como a luz ultravioleta, por exemplo, substâncias químicas presentes em drogas e em determinados alimentos (soberudo industrializados), além de infecções causadas por agentes biológicos podem ter ação mutagênica, causando câncer.</p> <p>Para contextualizar o que já foi trabalhado nas cenas 1 e 2, em a cena 3, que abordará os temas adaptação, seleção natural e neodarwinismo, sugerimos que o educador resalte as possíveis respostas dadas na pergunta número 14 e convide os alunos a assistirem à cena 3.</p> <p><b>Cena 3: Adaptação e neodarwinismo</b> Tempo: 50'25" a 50'48"</p> <p><b>Contexto da cena</b> Um grupo de jovens mutantes exibe seus poderes em uma sala onde estão confinados, além de esboçarem seus "apêndices" de acordo com as habilidades demonstradas. Um dos jovens é nomeado "Darwin", devido à sua capacidade de adaptação a ambientes e situações de forma instantânea e, quando mostra que é capaz de respirar dentro da água, é aplaudido pelos novos amigos, e diz: "Eu me adapto para sobreviver".</p> <p>Aproveite esta frase para identificar a forma como os alunos pensam sobre tal fenômeno. Em termos da evolução, a origem da adaptação ocorre com alguma finalidade ou ao acaso?</p> <p>A cena apresentada acima pode ser o ponto de partida para "associar" a ideia da Teoria da Evolução à Genética, principalmente à descoberta do DNA. Algumas perguntas</p>	<p>podem contribuir no início de desenascar um debate:</p> <p>15. Por qual motivo esse personagem recebeu o apelido de Darwin?</p> <p>16. Qual é a relação entre mutação e adaptação?</p> <p>Muitas questões, além das sugeridas acima, podem surgir ao longo do debate. O importante é conectar as cenas, com temas que mereçam ser trabalhados em sala de aula. Nesse ínterim, pode-se comentar que a Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo considera que as mutações, recombinações gênicas, e seleção natural são os fatores principais que culminam na evolução. Diferentemente, pode-se explicar pelo esquema da Figura 2.</p> <p>Caso o professor tenha interesse em aprofundar mais as discussões e tenha um período maior de tempo com a turma, uma sugestão é que trabalhe, após a exibição das cenas, com alguns textos publicados em revistas de acesso público, como a Galileu ou Superinteressante. Esses textos poderão ser lidos com a turma ou em grupos de quatro ou cinco alunos.</p>	<p>ética e Evolução, apresentadas nas três cenas trabalhadas.</p> <p>Sugestão de conceitos-chave a partir dos conceitos mencionados nas cenas 1, 2 e 3 (genes, evolução, mutante, adaptação, Darwin, sobrevivência); outros conceitos afins poderão ser destacados, como: seleção natural, variabilidade genética, hereditabilidade, ambiente, câncer, radiação etc. Para tal, sugerimos a utilização de mapas conceituais de forma colaborativa entre grupos de alunos e professores.</p> <p>Mapas conceituais contribuem para a avaliação da aprendizagem significativa pois consistem na organização e interligação de conceitos. Existem muitos programas computacionais gratuitos que orientam a construção de um mapa conceitual, dentre eles, o CMap Tools e o Compendium. Para o professor que deseja saber mais sobre a elaboração e a utilidade dos Mapas Conceituais no processo de ensino-aprendizagem, sugerimos o acesso ao link <a href="http://mapaconceituais.webnode.com/soqrsao/">http://mapaconceituais.webnode.com/soqrsao/</a>.</p> <p><b>RESPOSTAS SUGESTIVAS</b></p> <p><b>Etapa 1: Um convite à percepção</b></p> <p>1. Espera-se que a resposta seja positiva e que os alunos relacionem a biologia geral às áreas específicas, como: genética, evolução, saúde, biotecnologia entre outros.</p>
<p>22 Genética na Escola   Vol. 11   Nº 1   2016</p>	<p><b>ETAPA 3: SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM</b> Duração média: 15 a 20 minutos</p> <p>Nesta etapa, pretende-se que os alunos sejam capazes de identificar, articular e sistematizar palavras-chave relacionadas à Genética e Evolução, apresentadas nas três cenas trabalhadas.</p>  <p><b>Figura 2.</b> Imagem didática para aplicação do Neodarwinismo.</p>	<p>33 Sociedade Brasileira de Genética</p>

Figura 5.22 - Terceira Página do Guia do Educador  
Fonte: Dados da Pesquisa

Nessa página, é sugerido ao professor que faça uma discussão com a turma utilizando as interfaces dos temas Adaptação e Neodarwinismo com as cenas apresentadas anteriormente. Nessa página está a Etapa 3 em que os autores apresentam uma sugestão de avaliação da aprendizagem através de Mapas Conceituais.

A quarta e última página do Guia do Educador dá continuidade às orientações da atividade e contém sugestões de Materiais de apoio ao professor, como textos em revistas e a sinopse do filme como mostra a Figura 5.23.



**MATERIAIS DIDÁTICOS**

Genética na Escola – ISSN: 1980-3540

2. Respostas dos estudantes servirão para que o professor tenha um levantamento parcial do grau de percepção dos estudantes com relação a presença de biologia no filme.

**Etapa 2: Explorando o Filme**

3. Os seres vivos apresentam as seguintes características: eles nascem e se desenvolvem, necessitam de energia para sobreviver, dependem de fatores abióticos (luz, ar, água, solo, temperatura), têm material genético, reproduzem-se e interagem com outros seres vivos.

4. A Biologia é a ciência que estuda a vida e, portanto, necessária para a compreensão da origem da espécie humana, como a vida de qualquer espécie poderá ou não ser mantida, além que diversas questões como qualidade de vida humana e do planeta como um todo.

5. Genética, Botânica, Zoologia, Biologia Celular, Paleontologia, Citologia, Microbiologia, Evolução, Anatomia, Ecologia etc.

6. Espera-se que as respostas aproximem-se do princípio de que as espécies compartilham um ancestral comum estando ligadas por laços evolutivos.

7. Espera-se que as respostas aproximem-se das seguintes: DNA (ácido desoxirribonucleico) é um composto orgânico cuja molécula contém as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos e alguns vírus, e que transmitem as características hereditárias de cada ser vivo. Hereditariedade é o conjunto de processos biológicos que asseguram que cada ser vivo receba e transmita informações genéticas através da reprodução.

**Cena 1: Genes e Evolução**

8. Os genes são as unidades fundamentais da hereditariedade presentes no DNA, responsáveis pelas características dos seres vivos. Uma vez identificados e, por técnicas laboratoriais, manipulados, poderão ser usados de diversas formas em pesquisas científicas de caráter biológico.

9. Sim, são mutantes todos os seres vivos que tiveram alterações na sequência de bases de seu material genético, seja nos genes ou nos cromossomos.

10. De acordo com a Teoria Sintética da Evolução, por meio do processo de descendência com modificação, o ancestral comum da vida na Terra deu origem à diversidade documentada nos fósseis e nos organismos atuais. As mutações alteram a sequência dos nucleotídeos no DNA. Como os genes correspondem a trechos das moléculas de DNA que codificam para proteínas, alterações no DNA podem levar à formação de proteínas diferentes das originalmente codificadas, podendo levar a diferentes fenótipos que serão submetidos à seleção natural. Assim, alterações nos genes podem caracterizar uma mudança que favoreça uma determinada adaptação ao ambiente e que pode ser interpretada como evolução. O conjunto de genes de um organismo é o genótipo. Evolução é uma mudança nos genótipos que compõem uma população.

**Cena 2: Heterocromia**

11. Sim. Considerando-se que toda célula é passível de mutação, todo ser vivo poderá ser denominado, por leiçes, como "mutante". Síndromes como Down, Klinefelter, Turner (entre outros) são comuns nos livros didáticos como exemplo de mutações, porém, importa ressaltar que a biodiversidade ocorre por mudanças no material genético e que nem sempre caracteriza anomalias e que tais mudanças, muitas vezes, não podem ser detectadas visualmente.

12. A existência de fósseis que podem ser comparados com espécies atuais podem ser evidências das mutações, além do que, em termos de saúde, as síndromes genéticas ou cromossômicas também podem estabelecer comparações.

13. Mutações podem ser causadas por:

- Agentes físicos: radiações ionizantes e raios UV, capazes de alterar as ligações químicas entre os nucleotídeos ou de causar quebra da dupla hélice;
- Agentes químicos: inúmeras substâncias ditas cancerígenas, que atuam alterando hipóteses químicas, levando a alterações na ordem dos nucleotídeos na molécula de DNA, radicais livres também atuam catalisando reações químicas danosas ao DNA;
- Agentes biológicos: ação de vírus e bactérias, que injetam parte de seu DNA na célula hospedeira, ocasionalmente integrando-o à cadeia de DNA do hospedeiro.

14. Sim. Nem todos os tipos de mutações estão relacionadas às alterações morfológicas e/ou fisiológicas ou que se configuram em patologias. São mudanças no material genético que ocasionam a variabilidade genética que, sob ação da seleção natural, resultam em adaptações para a espécie.

**Cena 3: Adaptação e Neodarwinismo**

15. O personagem em questão recebeu o apelido de Darwin porque a manifestação de sua mutação genética permitiu a sobrevivência em outro tipo de ambiente (evolução). Sendo assim, esta cena poderá fomentar um rico debate, por exemplo, entre os sintomas de variabilidade genética e seleção natural.

16. Algumas mutações podem levar à adaptação. Vale ressaltar que, na natureza, as mutações são ao acaso e não direcionadas para uma finalidade específica, o que ajuda a desenvolver o debate iniciado a partir da Cena 3.

**ANEXO**

**SINOPSE DO FILME**

**X-MEN PRIMEIRA CLASSE**

"Anos 60, Charles Xavier (James McAvoy) é formado em Teologia e Filosofia e realiza um trabalho de pós-graduação junto às Nações Unidas. Na Universidade de Oxford ele conhece Erik Lehnsherr (Michael Fassbender), filho de judeus que foram assassinados pelos nazistas durante a Segunda Guerra Mundial. Erik apenas escapou graças ao seu poder mutante de controlar metais, que permitiu que fugisse para a França. Ao término da guerra, Erik passou a trabalhar como intérprete para a inteligência britânica, ajudando judeus a irem para um país recém fundado, hoje chamado Israel. Charles e Erik logo se tornam bons amigos, mantendo um respeito mútuo pela inteligência e pelos ideais do outro. Em 1965, Charles decide usar seus poderes psíquicos para ensinar jovens alunos mutantes a usarem seus dons para fins pacíficos. Nasce a Escola para Jovens Superdotados, gerenciada pelos dois amigos."

Título Original	X-Men: First Class
Ano de Lançamento	2011
Gênero	Ficção/Ação
País de Origem	EUA
Duração	132 minutos
Direção	Matthew Vaughn
Estréia no Brasil	03/06/2011
Estúdio/Distrib.	Fox Filmes
Idade Indicativa	14 anos

**SUGESTÕES DE TEXTOS EM REVISTAS**

Revista Superinteressante. Desvendando os Mutantes desvendando o judeu X. Edição 156, agosto de 2000. <http://super.abril.com.br/ciencia/desvendando-mutantes-441552.shtml>

Revista Superinteressante. Somos Todos Mutantes. Edição 305a, junho de 2012. <http://super.abril.com.br/ciencia/somos-todos-mutantes-732705.shtml>

34 Genética na Escola | Vol. 11 | Nº 1 | 2016

Sociedade Brasileira de Genética 35

**Figura 5.23 - Quarta Página do Guia do Educador**  
**Fonte: Dados da Pesquisa**

No anexo do Guia do Educador, está a sinopse do filme que também pode ser comentada com os estudantes permitindo um maior entendimento da narrativa e do filme como um todo.

Por fim, reconhecendo que toda ação educativa é uma ação no social e para o social (FERREIRA, 2012), acreditamos que uma forma de mitigar a miséria educacional (e consequentemente, social) no que tange a conhecimentos científicos atuais é trabalhar esses conceitos diligentemente na Educação Básica.

Logo, consideramos que as atividades sugeridas na ferramenta didática produzida podem ser praticadas em diferentes instituições de ensino proporcionando aos docentes e discentes uma forma de ensinar e aprender com liberdade, diálogo e altruísmo - características almeçadas para a educação e formação do cidadão do século vigente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de uma pesquisa de cunho qualitativo, optamos por finalizar esta Tese fazendo algumas considerações sobre o trabalho realizado. No entanto, vale lembrar que a própria *práxis* da Ciência proporciona constantes questionamentos e que muitos deles só poderão ser respondidos em searas futuras.

Para tanto, apontamos algumas considerações num olhar retrospectivo sobre a pesquisa realizada bem como perspectivas futuras, a saber:

✓ Sobre a pergunta que norteou a pesquisa<sup>53</sup>:

Desde a gênese desta obra acreditamos na existência de diversas possibilidades didáticas com referência ao uso de filmes em sala de aula. Portanto, nossa hipótese era a de que seria possível encontrar um caminho didático para o ensino do genoma através de filmes de ficção científica em coerência com a realidade das escolas e dos sujeitos selecionados. Afinal, pesquisas nacionais e internacionais têm mostrado que é possível utilizar filmes em diferentes níveis escolares, disciplinas e modalidades de ensino, lançando mão de várias estratégias.

A partir dos resultados encontrados na primeira coleta de dados foi possível traçar um caminho (ou estratégia) utilizando recortes de cenas dos filmes selecionados que apresentavam interfaces com conteúdos do currículo escolar achando assim uma possibilidade de trabalho viável perante o contexto do estudo.

Consideramos também que por mais didática ou eficaz que pareça uma estratégia didática, ela apresenta limitações. Reconhecemos que ao definir essa estratégia, outras possibilidades de uso de filmes não foram investigadas como, por exemplo, o uso da narrativa; do enredo; as características dos personagens dentro de um contexto social/histórico, entre outras sugeridas por diferentes autores que constam em nosso levantamento bibliográfico<sup>54</sup>.

Outro ponto a se considerar é que, ao optar por trabalhar com cinco filmes e não apenas um único filme, discussões mais amplas no campo científico, histórico, artístico com o tema

---

<sup>53</sup> “Que possibilidades referentes ao uso de filmes de Ficção Científica em sala de aula podem aproximar conhecimentos sobre o genoma dos conteúdos de Biologia na perspectiva da aprendizagem significativa crítica”?

<sup>54</sup> Piassi; Pietrocola, 2009; Viana; Reblin, 2011; Pérez; Matarredona, 2012; Napolitano, 2013; Reblin; Klein, 2013; Rezende Filho *et al.*, 2015.

central genoma ficaram à margem de nossa investigação. Cientes disso, temos a intenção de testar outras possibilidades de uso de filmes em sala de aula em pesquisas futuras.

✓ Sobre os resultados encontrados a partir dessa possibilidade:

- 1) Através das cenas editadas o tema genoma pode versar conteúdos do currículo (Saúde, Biociências e Biotecnologia) em tom dialógico com os alunos respaldando os Princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica;
- 2) Estudantes que já haviam assistido aos filmes tiveram a oportunidade de observar e discutir cientificamente trechos antes despercebidos ou entendidos apenas na esfera da ficção, passando a olhar essas obras com mais minúcia;
- 3) Outros materiais de apoio, como os panfletos de saúde e os casos investigativos também apresentaram interfaces com as cenas editadas estimulando a participação dos estudantes no processo de busca pelo conhecimento, de participação ativa e subjetiva, conforme os Princípios colocados por Moreira (2011) nessa Teoria.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica diz que o professor/pesquisador deve abandonar um único recurso didático e buscar utilizar diferentes meios para dinamizar as aulas promovendo a percepção de que o conhecimento é construído e a Ciência não é dotada de “verdades”. Acreditamos que, ao utilizar os filmes de Ficção Científica, os elementos contrafactuais, que são intrínsecos às narrativas da Ficção Científica, permitiram ricas discussões sobre a própria natureza da Ciência e o dinamismo com que os conhecimentos sobre o genoma têm surgido ou se tornado obsoletos.

4) Apesar de os estudantes não terem mostrado conhecimentos prévios sobre Genoma, a partir das oficinas foi observado o estabelecimento de um conceito subsunçor<sup>55</sup> para o tema. Essa evidência pode ser corroborada na organização e hierarquização de conceitos através dos Mapas Conceituais apresentados na segunda coleta de dados e pode caracterizar a aprendizagem significativa.

5) Na terceira e última coleta de dados com os alunos que participaram das oficinas didáticas os resultados mostraram que a aprendizagem pode ter sido significativa e crítica. Através da escrita dos estudantes no material que consta no Apêndice G foi observada a

---

<sup>55</sup> A palavra “subsunçor” não existe em português; trata-se de uma tentativa de “aportuguesar” a palavra inglesa “subsumer”. Pode ser entendido como um conceito inseridor, facilitador ou subordinador da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p.161).

capacidade em julgar os filmes distinguindo traços da Ciência e da Arte conforme os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica descrita por Moreira (2011).

6) Os resultados encontrados entre estudantes do 3º Ano do Ensino Médio que não participaram das oficinas mostraram que o conceito de Genoma permaneceu desconhecido por quase todos. Esses resultados podem apontar deficiências na relação ensino e aprendizagem coadunando com resultados apontados em outras pesquisas<sup>56</sup>.

✓ Sobre os docentes pesquisados:

Embora os docentes pesquisados tenham relatado que filmes são excelentes recursos para as aulas de Biologia, observamos alguns entraves quanto ao uso de filmes como ferramenta didática. Na escola D, a falta de infraestrutura como, por exemplo, microcomputador e projetor representa um desses entraves. Outros, como: a escassez de tempo para elaboração das aulas, o calendário escolar, as políticas pedagógicas advindas da Secretaria de Educação e a postura de alguns alunos acabam por diluir iniciativas e motivação por parte desses profissionais em abandonar métodos tradicionais de ensino.

Considerando o uso de filmes em conexão aos conteúdos escolares como uma ferramenta didática capaz de contribuir para o ensino e a aprendizagem significativa crítica, produzimos o Guia do Educador.

✓ Sobre a ferramenta didática produzida:

O Guia do Educador foi uma ferramenta produzida para o trabalho docente e um pré-requisito do Plano Brasil sem Miséria que, em parceria com a CAPES, financiou esta pesquisa. Embora essa ferramenta não tenha passado por uma avaliação, podemos elencar algumas perspectivas didáticas que ela apresenta, a saber: relaciona conteúdos do currículo escolar com temas científicos atuais; possibilita discussões interdisciplinares; sugere atividades dialógicas entre professores e alunos em consonância aos documentos nacionais para a educação do século XXI.

Durante a elaboração do Guia do Educador foi percebido que, além de orientar a mediação do conceito de genoma e conteúdos do currículo de Biologia, assuntos pertinentes à

---

<sup>56</sup> Nacionais (PAIXÃO JUNIOR *et al.*, 2015; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005; JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000) e internacionais (KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; ANDO *et al.*, 2008; TEMELLI, 2006; KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; LEWIS; KATTMANN, 2004; TEKKA YA; ÖZKAN; SUNGUR, 2001; BANET; AYUSO, 2000; BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999; WOOD-ROBINSON *et al.*, 1998).

Química, Física, História e Literatura podem apresentar importantes interfaces com o tema genoma potencializando discussões interdisciplinares.

No entanto, mesmo objetivando facilitar o trabalho docente, o Guia do Educador requer interesse e planejamento prévio do professor, infraestrutura nas escolas como microcomputador e projetor e pode necessitar de adequações dependendo dos objetivos e contextos de ensino.

✓ Sobre as percepções da autora sobre o trabalho realizado dentro das escolas:

Consideramos que a realização de parte desta pesquisa dentro das escolas e, posteriormente, a apresentação dos resultados aos participantes através dos artigos publicados pode ser uma forma de despertar o interesse, motivar e orientar profissionais da educação a usarem esse recurso de forma didática em sala de aula.

Nesse ínterim, há de se ponderar que adentrar escolas na qualidade de pesquisador da área de ensino não é tarefa fácil, mesmo com documentação adequada e indicações prévias. Porém, a troca de experiências com a diretoria, os professores e os estudantes foi enriquecedora e compensou os percalços.

No caso da presente pesquisa, a empatia estabelecida entre a autora, os docentes e os discentes de cada escola permitiu esclarecimentos sobre dados da própria pesquisa bem como detectar anseios e perspectivas presentes no público-alvo. Através de diálogos informais da pesquisadora com professores foi possível compreender que por diferentes motivos, alguns desses profissionais desistiram de cursar ou abandonaram a formação continuada (Pós-graduação) e através desse contato puderam ser incentivados e orientados a retornar.

Estudantes puderam questionar a razão das pesquisas na área de ensino, conhecer um pouco da metodologia de um trabalho científico e os possíveis benefícios a partir dos resultados publicados; alguns demonstrando interesse em realizá-las futuramente.

A diretoria das escolas pode perceber a importância da realização de pesquisas no ambiente escolar externando, no decorrer da pesquisa, satisfação pelo trabalho realizado.

Indubitavelmente o contato da autora com as “vivências” dos sujeitos pesquisados foi uma experiência ímpar que permitiu visualizar dilemas específicos, dramas e anseios que certamente contribuiriam para a sua formação profissional e pessoal.

✓ Considerações e Perspectivas:

Consideramos a pesquisa realizada relevante para a Área de Ensino em Biociências e Saúde diante dos resultados encontrados entre os 341 estudantes e oito professores que participaram das atividades propostas.

Os depoimentos de discentes e docentes serviram para ratificar situações apontadas em outras pesquisas em ensino de genética e ampliar a compreensão sobre os problemas enfrentados especificamente sobre o ensino e a aprendizagem do tema genoma buscando possibilidades para minimizá-los.

Consideramos que as atividades realizadas contribuíram para aproximar conhecimentos científicos sobre esse tema em interfaces com conteúdos do currículo de Biologia do Ensino Médio no patamar da aprendizagem significativa crítica.

De acordo com o edital do Plano Brasil sem Miséria, as pesquisas financiadas devem ser destinadas à população que vive em estado de pobreza ou extrema pobreza promovendo qualidade de vida e acesso a conhecimentos no campo da saúde e da educação. A partir dos resultados encontrados no questionário socioeconômico<sup>57</sup> o público-alvo desta pesquisa ficou caracterizado como aquele que vive em estado de pobreza ou extrema pobreza, enquadrando-se no perfil a que foi destinada a pesquisa.

Nesse íterim, dentre os 341 estudantes pesquisados, 246 parecem ter continuado à margem dos conhecimentos sobre o genoma ao concluir a Educação Básica enquanto os 95 estudantes que participaram das oficinas foram oportunizados a esse aprendizado. Esse resultado corrobora a relevância de pesquisas voltadas a esse público.

Segundo dados do IBGE, a Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro é a que apresenta o maior número de estudantes matriculados na rede pública e, de acordo com os resultados do IDEB (2015), o Rio de Janeiro está entre as cinco melhores posições no *ranking* nacional<sup>58</sup>. Diante desses dados, há de se questionar o tipo de formação que tem sido observada, aquela que almejamos e o que os índices de desenvolvimento da educação brasileira têm mostrado. Nesse contexto e diante do cenário político, social e econômico atual da nação brasileira, há de se pensar que nossas pesquisas não passam de uma gota d'água no oceano de problemas a serem discutidos na expectativa de uma sociedade mais justa, digna e igualitária.

Portanto, apesar de considerarmos os resultados encontrados nesta Tese como contundentes com o ideário dos documentos curriculares nacionais para a formação do

---

<sup>57</sup> Tabela 5.2 da Tese.

<sup>58</sup> Disponível em <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

cidadão e sua atuação na sociedade no século XXI <sup>59</sup>, temos ciência de que há muito a se fazer pela escola pública brasileira e pela formação científica de nossos alunos.

Por fim, reiteramos que o ensino científico de qualidade não depende apenas da utilização de recursos didáticos atrativos ou da compreensão de conceitos presentes no currículo escolar. Entendemos que o ensino e a aprendizagem da Ciência devem ser pautados na compreensão da própria natureza do conhecimento científico como uma forma de saber aberto às discussões em todas as classes sociais. Essa competência dada à escola deve ser buscada ao longo de toda a Educação Básica, em diferentes contextos e disciplinas, sem desconhecer o papel de outros segmentos da sociedade.

Na esperança de um país melhor e na perspectiva de uma educação científica de qualidade continuaremos desenvolvendo pesquisas na Área de Ensino em Biociências e Saúde em busca de caminhos que potencializem a formação de cidadãos. Afinal, fazendo nossas as palavras de Paulo Freire entendemos que “o amanhã que esperamos não é inexorável, temos de fazê-lo hoje com aquilo que temos, ou seja, com nossas perguntas, nossas inquietudes, nossos conhecimentos, nossa vontade e as oportunidades que todos os dias estão diante de nós”.

---

<sup>59</sup> O Ensino Médio, portanto, é a etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências (...) e com o desenvolvimento da pessoa, como “sujeito em situação” – cidadão; garantindo que todos desenvolvam e ampliem suas capacidades para se combater a dualização da sociedade, que gera desigualdades cada vez maiores; (...) o Ensino Médio deve orientar no desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento.

Estas são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático (BRASIL, 2000, p. 10 - 11). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, A. M.; MUELA, F. J.; QUIJANO, R. Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los alumnos. **XX Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales Relación Secundaria Universidad**. Ed. Elortegui, Medina, Fernández, Varela y Jarabopp, p. 200-206, 2002.

ABRIL, A. M.; MAYORAL, M. V.; MUELA, F. J. **Los medios de comunicación social y la didáctica de La Genética y la Biología Molecular en E.S.O. La nueva alfabetización: un reto para la educación del siglo**. XXI. Ed. Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación "Don Bosco", p. 367-368, 2004.

ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L. Informação e Conhecimento na inovação e no desenvolvimento local. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n.3, p 1-16, 2004.

ALMEIDA JUNIOR, R. M. O ensino a distância e as novas tecnologias. **Revista Primus Vitam**, n. 5, 1º semestre de 2013.

ALMEIDA, M. E. O desenvolvimento biológico em conexão com a guerra. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 17(3): 545-564, 2007.

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contextos, dúvidas e desafios. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, São Paulo Maio/Agosto de 2007.

ANDÉREZ, F. "Ué, mas gasolina não tem DNA?": Vestibulandos não estabelecem ponte entre conceitos científicos e vivência cotidiana; **Ciência Hoje – Revista Online**; 2003. Divulgação Científica: 04/09/03 - Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/materia/view/2285>.

ANDO, N.; SAITO, Y.; TAKEMURA, K.; TAKADA, F.; IWAMITSU, Y. **Journal compilation- clin genet** printed in Singapore, p. 75-81, 2008.

ANDRADE, M. A. B. S. de; CALDEIRA, A. M. A. O modelo de DNA e a Biologia Molecular: inserção histórica para o ensino de Biologia". **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 139-165, 2009.

ARAÚJO-JORGE, T. C.; BARBOSA, J. V.; LEMOS, E. S. A implantação da pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde (PG-EBS) na Fundação Oswaldo Cruz: experiências, Lições e desafios. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 3, n. 5, p. 87-106, 2006.

ARAÚJO, M. F. F.; MENEZES, A.; COSTA, I. A. S. **História da Biologia**. EDUFRN: Editora da UFRN, 2ª Edição, 2012.

ARAZ, G.; SUNGUR, S. Problem-Based Learning. Effectiveness of Problem-Based Learning on Academic Performance in Genetics. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 35, n. 6, p. 448- 451, 2007.

ARCHER, L. **A aventura da descoberta do genoma humano**. In: Broteria. Cultura e Informação, v. 151, n. 4, p. 347, 2000.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Ed. Plátano Edições Técnicas. Revisão científica Vitor Duarte Teodoro. Tradução Lígia Teopisto. 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

\_\_\_\_\_. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart, and Winston, p.685, 1968.

\_\_\_\_\_. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AVELLAR, J. C. **O chão da Palavra: cinema e literatura no Brasil**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

AYUSO, G. E.; BANET, E. Alternativas a La Enseñanza de La Genética em Educación Secundaria. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 133 - 157, 2002.

BAHAR, M.; JONSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. **Journal of Biological Education**, v. 33, p.84-86, 1999.

BANET, E.; AYUSO, E. Teaching genetics at secondary school: a strategy for teaching about the location of inheritance information. **Science education**, 84, p. 313-351, 2000.

BANET, E.; AYUSO, E. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: i. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. **Enseñanza de las ciencias**, 13(2), p.137-153, 1995.

BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro Ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. Dissertação de mestrado, Blumenau, 2010.

BARROS, M. D. M.; ARAÚJO-JORGE, T. C. **O desenvolvimento de oficinas associando a música ao ensino e à saúde no nordeste do Brasil**. In: II Encontro Internacional de Divulgadores da Ciência, Rio de Janeiro: Espaço Ciência Viva, 26 a 28 de Setembro de 2013.

BARROS, M. D. M.; ZANELLA, P. G.; ARAÚJO-JORGE, T. C. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores da Educação Básica. **Revista Ensaio**, v.15, n. 1, p. 81-94, 2013.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica**, 2005. Disponível em: <[www.campus-oei.org/salactsi/bazzo.htm](http://www.campus-oei.org/salactsi/bazzo.htm)>. Acessado em 18 de fevereiro de 2012.

BELLO, J. L. P. Educação no Brasil: a História das rupturas. **Pedagogia em Foco**, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/heb14.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2014.

BELLONI, M. L. A televisão como ferramenta pedagógica na formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, n. 2, v. 29, 2003.

BERTOLLI FILHO, C. **Genetocentrismo: Mídia, Ciência e Cultura na Modernidade Tardia**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

BETTI, M. Ponto de Vista Mídias: Aliadas ou Inimigas da Educação Física Escolar? **Motriz**, v. 7, n. 2, p. 125-129, 2001.

BÉVORT, E.; BELLONI, M. L. Mídia-Educação: Conceitos, História e Perspectivas. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 30, n. 109, p. 1081-1102, set./dez. 2009.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação Não-formal. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 1-20, 2005.

BIXLER, A. **Teaching Evolution with the Aid of Science Fiction**. Source: The American Biology Teacher, v. 69, n. 6, p. 337-340, 2007. Published by: University of California Press on behalf of the National Association of Biology Teachers Stable URL:<<http://www.jstor.org/satble/4452174>>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2012.

BORRÁS, F. J. G. Bienvenido mister cine a la enseñanza de las ciencias. **Revista Eureka Enseñ. Divulg. Cien**, v. 6, n.1, p.79-91, 2008.

BOUTIN, A. C. B. D.; SILVA, K. R. As reformas educacionais na Era Vargas e a distinção entre o trabalho manual e o trabalho intelectual. XII Congresso Nacional de Educação, EDUCERE, 2015.

BOWLER, P. J. **Evolution: The History of an Idea**. 3rd edition ed. [S.l.]: University of California Press, 2003.

BRAKE, M.; THORNTON, R. **Science fiction in the classroom**. School of Applied Sciences, University of Glamorgan. Special Feature: space and science fiction. iop publishing ltd, 2003.

BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. O ensino de genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos de hereditariedade. **Filosofia e História da Biologia**, v.4, p.43-63, 2009.

BRANDÃO, R. L.; ACEDO, M. D. P. Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon de lactose em bactérias. In: **Congresso Nacional de Genética**, 46. São Paulo, Genetics and Molecular Biology, 2000.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2002. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_Internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_Internet.pdf). Acessado em 30 de setembro de 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

- BRITO, A. F.; STRAUB, S. L.W. As mídias digitais e a prática pedagógica. **Revista Eventos Pedagógicos**, v.4, n.1, p. 12 - 20, mar- jul. 2013.
- BUBELA, T. M.; CAULFIELD, T. A. Do the PrintMedia “Hype” Genetic Research? A Comparasion of Newspaper Stories and Peer-Reviewed. Research Papers. **Canadian Medical Association Journal**, v.170, n. 9, p. 1399-1406, 2004.
- BURNS, G.W.; BOTTINO, P. J. **Genética**. Guanabara Koogan, 1991.
- CACHAPUZ, A. F. Arte e Ciência: que papel na Educação em Ciência? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 287-294, 2007.
- CARRERA, L. I.; TELLEZ, T.E.; D’OTTAVIO, A. E. Implementing a Problem-Based Learning Curriculum in an Argentinean Medical School: Implications for Developing Countries. **Academic medicine**, v. 78, n. 8, August, 2003.
- CARRETERO, M. **Construtivismo e Educação**. Tradução de Jussara Haubert Rodrigues. 2 ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- CARRIÓ, M.; LARRAMONA, P.; BAÑOS, J. E.; PÉREZ, J. The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 4, p. 229-235, 2011.
- CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de Biologia para o Ensino Médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.1, n. 1 ago / dez, 2011.
- CARVALHO, J. S.; GONÇALVES, N. M. N; PERON, A. P. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 288-292, jul./set. 2012.
- CARVALHO, R. I. B. **Universidade midiaticizada: o uso da televisão e do cinema na educação superior**. Brasília: SENAC - DF, 2007.
- CHIZZOTTI, A. A Constituinte de 1823 e a Educação. In: Fávero, Osmar. **A Educação nas Constituintes Brasileiras de 1823-1988**. Campinas: Autores Associados, 2005.
- CLEMENTE, F. S.; SOUZA, C. J. O. Utilização da tecnologia para o ensino de geografia física presente nos artigos do simpósio brasileiro de geografia física aplicada de 2003 e 2013. **Revista Eletrônica Georaguaia**. Barra do Garças-MT, v. 5, n.1, p. 46-56. Janeiro/Julho, 2015.
- CLEMES, G.; GABRIEL FILHO, H. J.; COSTA, S. **Vídeo-Aula como Estratégia de Ensino em Física**. 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul. Rev. Técnico Científica (IFSC), v. 3, n. 1, 2012.
- CRUZ, F. A. O. Desempenho Educacional e renda Domiciliar: Análise do IDEB dos Municípios da Baixada Fluminense. **Revista Eletrônica de Extensão da URI**. Vivências, v. 8, n.14, p.92-99, Maio de 2012.
- DANIEL, L. M.; MARIA, M. I. **A natureza do conhecimento científico nas aulas de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Enpec, 2009.

DARK, M. Using science fiction movies in introductory physics. **Phys. Teach.**, v. 43, p. 463-465, 2005.

DEMO, P. Entrevista à Revista Eletrônica Educacional. 2004.  
www.portaleducacional.com.br/entrevistas. Acessado em 07 de abril de 2011.

DINIZ, I. K. S.; RODRIGUES, H. A.; DARIDO, S. C. Os usos da mídia em aulas de Educação Física escolar: possibilidades e dificuldades. **Movimento**, Porto Alegre, v. 18, n. 03, p. 183-202, jul-set de 2012.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. **National Association of Biology Teachers**. The American Biology Teacher, v.75, n. 2, p. 87-91. 2013.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; SCOOT, P.; MORTIMER, E. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**. São Paulo, 1999.

DUBECK, L. W. Sci-Fi in the classroom: making a “deep impact” on young people’s interest in science. **Mercury**, p. 24-28, 1998.

\_\_\_\_\_. Finding facts in science fiction films. **Sci. Teach.**, p.48, 1993.

\_\_\_\_\_. Science fiction aids science teaching. **Phys. Teach.**, p. 316-319, 1990.

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

FAVARETTO, C. **Tropicália: alegoria, alegria**. São Paulo, Kairos, 1979.

FÁVERO, M. H.; ABRÃO, L. G. M. “Malhando o Gênero”: O Grupo Focal e os Atos da Fala na Interação de Adolescentes com a Telenovela. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. V. 22, n. 2, p. 175-182, 2006.

FAUSTINO, M. T.; SILVA, R. L. F. **Trabalhando com Mídias no Ensino de Biologia: Análise dos Planejamentos de Bolsistas do PIBID**. IV ENEBIO e II EREBIO da Regional IV Goiânia, 18 a 21 de setembro de 2012.

FERNANDES, S. M. A.; MAVIGNIER, R. D.; SILVA, R. D. S.; SILVA, F. D. R.; DANTAS, S. M. M. M. Baralho didático: temas de Biologia para Ensino Médio. **Revista da SBEnBIO**, n. 7, outubro de 2014.

FERREIRA, A. V. **Representações sociais e identidade profissional: elementos das práticas educacionais com os pobres**. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2012.

FERREIRA, R.; WATSON, J.; CRICK, F. A história da descoberta da estrutura do DNA. **Revista da SBHC**, Coleção Imortais da Ciência. Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 166-170, jul./dez. 2004.

FERREIRA, T. J.; ALMEIDA, M. W. C. A imagem do serviço social no cinema. **Projeção, Direito e Sociedade**, v. 5, n.1, 2014.

FERRO, E. S. Biotecnologia translacional: hemopressina e outros peptídeos intracelulares. **Estudos avançados**, p. 24-70, 2010.

FIALHO, E.; MORENO, F. S.; ONG, T. P. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 6, p. 757-766, nov./dez., 2008.

FISCHER, R. M. B. Mídia e Juventude: Experiências do Público e do Privado na Cultura. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 25, n. 65, p. 43-58, jan./abr. 2005 Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>

\_\_\_\_\_. O dispositivo pedagógico da mídia: modos de educar na (e pela)TV. **Educação e Pesquisa**, v. 28, n. 1, São Paulo, jan/ jun., 2002.

FONSECA, M. V. **A Educação dos Negros - Uma nova face do processo de abolição da escravidão no Brasil**. Bragança Paulista: EDUSF, 2002.

FONTOURA, H. A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. In: FONTOURA, H. A. (org.) **Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa**. Niterói: Intertexto, p. 61-82, 2011.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique**. Bruxelles, Belgium, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª Edição. São Paulo: Paz e terra, 1996.

FREUDENRICH, C. C. Sci-fi science: using science fiction to set context for learning science. **The Science Teacher**, v. 67, n. 8, p. 42-45, 2000.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Tradução por: Mario de Vivo. 2ª Edição. São Paulo: FUNPEC, p.632 , 2002.

GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurantes en El Aprendizaje por Investigación. **Ensenanza de Las Ciencias**, p.30-35, 1986.

GARCIA, P. S.; BIZZO, N. A pesquisa em livros didáticos de ciências e as inovações no ensino. **Educação em Foco** (Belo Horizonte. 1996), v. 15, p. 13-35, 2010.

GASPAR, A. A Educação Formal e a Educação Informal em Ciência. **Ciência e Público. Caminhos da Divulgação Científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência- Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, p.171-183, 2002.

GENTILI, P. O Direito à educação e as dinâmicas de exclusão na América Latina. In: **Educação e Sociedade**, São Paulo: Cortez, v. 30, n. 109, p. 1059-1079, 2009.

\_\_\_\_\_. O que há de novo nas “novas” formas de exclusão educacional? Neoliberalismo, trabalho e educação. In: **A falsificação do consenso simulacro e imposição na reforma educacional do neoliberalismo**. Petrópolis, RJ: Vozes, p.101-116, 1998.

GÓES, A. C. S.; OLIVEIRA, B. V. X. Projeto Genoma Humano: Um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista Ciência Hoje. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 561- 577, 2014.

- GOLDBACH, T.; SILVA, B. A. F. S.; ALVES, W.; OKUDA, L. V. O.; MERHY, T. S. M.; REIS, S. A. NEDICóide: um modelo didático para abordagem integrada da temática genética no Ensino Médio. **Revista da SBEnBio**, n. 7, Outubro de 2014.
- GOLDBACH, T.; SARDINHA, R.; DYZARS, F.; FONSECA, M. **Problemas e desafios para o ensino de genética e temas afins no Ensino Médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal**. Atas do VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.
- GOLDENBERG, S. Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI Perspectivas da Genômica na Medicina do Século XXI. Instituto Carlos Chagas (ICC-FIOCRUZ) e Instituto de Biologia Molecular do Paraná; Curitiba, PR, Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 78 (Suplemento 1), p. 40-41, 2008.
- GOMES-MALUF, M. C.; SOUZA, A. R. A Ficção Científica e o Ensino de Ciências: o imaginário como formador do real e do racional. **Ciência & Educação**, Bauru, v.14, n. 2, 2008.
- GONÇALVES, E. M.; JAGENESKI, C. de S.; SANTOS, L.C. N.; FISCHER, L.; DE VASCONCELOS, S. M.; **A linguagem dos meios no processo ensino-aprendizagem**. Universidade Metodista de São Paulo, UEMESP. São Paulo, 2005.
- GRESH, L.; WEINBERG, R. **A Ciência dos Super-heróis**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.
- GRIFFITHS, A. J. F.; MAYER-SMITH, J. The power of concept mapping. In: Griffiths, A. J. F. e Mayer-Smith, J. **Understanding genetics: strategies for teachers and learners in universities and high schools**. New York: W. H. Freeman and Company, p. 67-74, 2001.
- GUAZINA, L. o conceito de mídia na comunicação e na Ciência política: desafios interdisciplinares. **Revista Debates**, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 49-64, jul.-dez. 2007.
- HALL, S. **Representation**. Cultural Representations and Signifying Practices Sages, London & ou Press, 1997.
- HAUSMANN, R. **História da Biologia Molecular**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.
- HOBBS, R. **Leitura e Mídia**. Reading The Media: Media Literacy in High School English. New York: Teachers College Press. 2009.
- HOBSBAWM, E. **A Era dos Extremos. O breve século XX – 1914-1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- INFANTE-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**, v. 9, n. 3, p. 657-668, 2010.
- INOCÊNCIO, M. T.; FAGUNDES, M. G.; OLIVEIRA, M. G. M. G.; GASPARINI, A. T. B.; BARBIERI, M. R.; COVAS D. T. **Doenças hereditárias e não-hereditárias – estratégias de ensino e incentivo**. In: 47º Congresso Nacional de Genética. Águas de Lindóia, 2001. Resumos, SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2001. Disponível em: <<http://sites.netsite.com.br/sbgteste/PDF/47/1426.pdf>>. Acessado em: 26 de junho de 2014.

- JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9º Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- JUSTINA, L. A. D.; BARRADAS, C. M. **As opiniões sobre o ensino de genética numa amostra de professores de biologia no nível médio**. Porto Alegre: ABRAPEC, 2004.
- JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq. Mudi**; v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.
- JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N.; ROSA, V. L. Genética no Ensino Médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: **Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**, São Paulo: USP, p.794-795, 2000.
- KARAGOZ, M.; ÇAKIR, M. Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. **Educational Science: Theory & Practice**, v.11, n. 3, Summer, 2011.
- KELLER, E. F. **O século do gene**. Belo Horizonte: Editora Crisálida, 2002.
- KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 2º Edição. Campinas: Papirus, 2004.
- KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. F. **Ensino de Genética e materiais didáticos na formação inicial de professores**. 9º Congresso Internacional sobre Investigação em Didática das Ciências. ISSN 1833-1838, 2013.
- KNIPPELS, M. C. P. J.; WAARLO, A. J.; BOERSMA, K. T. Design criteria for learning and teaching genetics. **Journal of Biological Education**, v. 39, p.108-112, 2005.
- KRASILCHICK, M. **Práticas do Ensino de Biologia**. 4ª Edição. São Paulo: EDUSP, Universidade de São Paulo, 2004.
- KUENZER, A. (org.). **Ensino Médio: Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. 5ª Edição. S. Paulo: Cortez, 2007.
- L'ABBATTE, S. **Comunicação e Educação: uma prática de saúde**. In: **Agir em Saúde: um desafio para o público** (e. E. Merhy & r. Onocko, org.), São Paulo: Editora Hucitec/Buenos Aires: Lugar Editorial, p. 267-292, 1997.
- LANNES, D.; FLAVONI, L.; DE MEIS, L. The concept of science among children of different ages and cultures. **Biochemical Education**, 1998.
- LARSON, E. J. **Evolution: The remarkable history of a scientific theory**. [s.l.]: Modern Library, 2004.
- LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. O lugar da interação social na concepção de Jean Piaget. 13ª Edição. São Paulo: Summus, 1992.
- LEITE, D. M. **O desenvolvimento da criança: leituras básicas**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Nacional, 2005.
- LEITE, M. **Promessas do Genoma**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

LEMOS, E. S. A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. Série Estudos- **Revista do Mestrado em Educação da UCDB**, 21, p.53-66, 2006.

\_\_\_\_\_. **El Aprendizaje Significativo y La Formación de Profesores de Ciencias y Biología. Marco Teórico, Didáctico y Epistemológico**. Tese de Doutorado, Burgos, 2008.

LEWIS, J. Y.; KATTMANN, U. Traits, genes, particles and information: re-visiting student's understandings of genetics. **Internacional journal of Science Education**, v.26, n. 2, p. 195-206, 2004.

LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? **Research Report**. int. j. sci. educ., v. 22, n. 2, p.177-195, 2000.

LIBÂNEO, J. C. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. In: LIBÂNEO, José Carlos; SANTOS, Akiko (Orgs.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, p.19-63, 2005.

\_\_\_\_\_. **Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educativas e profissão docente** / José Carlos Libâneo. 6ª Edição. São Paulo: Cortez, 2002.

\_\_\_\_\_. **Didática**. Série Formação do professor. Editora Cortez, 33ª impressão, 1994.

LIMA, V. A. **Sete teses sobre a relação Mídia e Política**. Mimeo, 2003.

LIU, D. Seeing Cells on the Web. Feature WWW. Life Sciences Education. **CBE -Life Sciences Education**, Spring, v. 6, p. 21-24, 2007.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. Quem defende os PCN para o ensino Médio? In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Orgs.). **Currículo: debates contemporâneos**. 2. Edição. São Paulo: Cortez, Cap. 1, p. 13-54, 2005.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Florianópolis: UFSC, p.128, 2000.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p.149-156, 2003.

MACHADO, C. A. Filmes de ficção científica como mediadores de conceitos relativos ao meio ambiente. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 283-294, 2008.

MACHADO, M. H.; MEIRELLES, R. M. S. **O Uso do vídeo como ferramenta no Ensino de Genética**. Dissertação de Mestrado. UNIFOA, 2012.

MADALOZ, R. J.; SCALABRIN, I. S.; JAPPE, M. **O fracasso escolar sob o olhar docente: alguns apontamentos**. IX ANPED Sul, Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012.

MAFRA, N. D. F. **Diálogos sobre Mídia e Ensino entre Professores de Letras**. Departamento de Letras Soletas, Ano VIII, N° 15. São Gonçalo: UERJ, 160 Jan./Jun.2008.

MAGALHÃES, A. **Ciência e saúde na mídia: reflexões sobre as análises de conteúdo e de discurso de notícias e produtos com a palavra DNA**. Dissertação de Mestrado, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2009.

- MAGNER, L. N. **A History of the Life Science. Third edition, revised e expanded.** New York: Marcel Dekker, 2005.
- MARTIN-DIAZ, M. J. et al. Science fiction comes into the classroom: maelstrom II. **Phys. Educ.**, v. 27, p. 18-23, 1992.
- MARTINS, L. A. P. Aristóteles e a geração espontânea. **Cadernos de História e Filosofia de Ciência** [série 2], v. 2, n. 2, p. 213-237, 1990a.
- \_\_\_\_\_. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme**, Porto Alegre, n. 14, p. 27-55, jan./jul. 2002.
- MARTINS, J. P. **Didática Geral.** São Paulo. Editora Atlas, 1990b.
- MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. P. Uma leitura biológica do De anima de Aristóteles. P. 405-426, In: MARTINS, L. A. P.; PRESTES, M. E. B.; STEFANO, W.; MARTINS, R. de A. (eds.). **Filosofia e História da Biologia 2.** São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, 2007.
- MASCARELLO, F. (Org). **A História do Cinema Mundial.** Campinas, São Paulo. Editora Papirus, 2006.
- MATOS, M. F. B. **Mídia, Fluxos Migratórios e Diásporas: Perspectiva Histórica.** 6º Encontro Regional Sul de História da Mídia, 15 a 17 de Junho, 2016.
- MAYR, E. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo.** São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- \_\_\_\_\_. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico.** Brasília: Ed. UnB, 1998.
- \_\_\_\_\_. **The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge. **O Livro Didático de Ciências no Brasil.** Campinas: Editora Komedi, 2006.
- MENEGHINI, R. **Os gênios e o gene.** Pesquisa Fapesp, São Paulo, p. 6-14, 2003.
- METELSKI, M. **Institucionalização da Biologia Educacional como disciplina de formação do professor/pedagogo.** 5º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão, 2013.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de programas de controle do câncer. **O problema do câncer no Brasil.** Quarta edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** 2ª Edição. ampliada. São Paulo: EPU, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa Crítica.** Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, nº 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 1ª Edição, em formato de livro, 2005; 2ª Edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.

- \_\_\_\_\_. A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: MASINI, E. F. S. & MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.
- \_\_\_\_\_. Conferência de encerramento do **V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Madrid, Espanha, setembro de 2006a.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa subversiva**. Série-Estudos. Campo Grande-MS, n. 21, p.15-32, jan./jun. 2006b.
- \_\_\_\_\_. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. Texto de Apoio Nº 19 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha. Porto Alegre, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UnB, p.129, 1999.
- MOREIRA, I.C.; MASSARANI, L. Música e Ciência: Ambas filhas de um ser fugaz. In: **Reunión de la Red de Pop y IV Taller Ciência, Comunicación y Sociedad**, 10., 2007, San José, Costa Rica. Anais, San José, Costa Rica: Cientec, 2007.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, p.112, 1982.
- MORTIMER, E. Pressupostos Epistemológicos para uma Metodologia de Ensino de Química: Perfil Epistemológico e Mudança Conceitual. **Química Nova**, Sociedade Brasileira de Química, São Paulo, v.15, n.3, p. 242-249, 1992.
- MOURA, J.; DEUS, M. S. M. de.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de Biologia com enfoque na genética das escolas públicas do Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p.167-174, jul-dez, 2013.
- MURAKAMI, R. **Código divino da vida: ative seus genes e descubra quem você quer ser**. São Paulo: Pró-libera Editora, 2008.
- MURRAY-NSEULA, M. Incorporating case studies into an undergraduate genetics course. **Journal of the Scholarship of Teaching and Learning**, v.11, n. 3, p.75- 85, 2011.
- NAJAR, A. L.; FARIAS, L. O.; MARQUES, E. C.; ZACKIEWICZ, C. Desigualdades sociais no Município do Rio de Janeiro: uma comparação entre os censos 1991 e 1996. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18(Suplemento), p. 89-102, 2002.
- NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2013.
- NASCIMENTO, A. M. Cinema: mediador do diálogo no processo criativo de produção audiovisual na escola. **IX Colóquio do Museu Pedagógico**. ISSN: 2175-5493, 2011.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista histedbr on-line**, Campinas, n.39, p. 225-249, set. 2010.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S.; SILVA, M. M. E.; NASCIMENTO, R. L.; BARROS, M. D. M. Guia do Educador para o filme *X-Men* primeira Classe. **Revista Genética na Escola**, v.11, p.28, 2016.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S. Conectando saberes e superpoderes para mediar tópicos em genética e saúde no Ensino Médio. **Revista Práxis**, Ano VII, n.14, dez. 2015.

NASCIMENTO, J. M. L.; SIQUEIRA, A. E.; GÓES, A. C. S.; MEIRELLES, R. M. S. **Tópicos em Genética no Ensino Fundamental: Concepções à luz de referenciais teóricos para a aprendizagem.** In. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia, SP. Atas do X ENPEC, v.1, 2015.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S. O conceito de genoma na perspectiva de discentes do Ensino Médio de escolas localizadas em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro. Edição Especial. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v.7, n.1, maio de 2014.

NASCIMENTO, J. M. L. **Concepções sobre o Tema Mutação Biológica: Influências e Potencialidades no Ensino de Ciências.** Dissertação de Mestrado, FIOCRUZ, 2013b.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S. Concepções sobre o tema Mutação: o enfoque da mídia e o papel do ensino formal. **III Encontro de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente.** Niterói, RJ, 2012.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. . Elementos composicionais do texto de genética no livro didático de ciências. **Alexandria**, v. 2, p. 3-25, 2009.

NASCIMENTO, T. R. A Educação, o Ensino de História e o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro: currículo escrito, em ação e formação de professores. **História & Ensino**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 87-114, jul./dez. 2013a.

NETO, A. S.; MACIEL, L. S. B. **O Ensino Jesuítico no Período Colonial Brasileiro: algumas discussões.** Educar. Curitiba, Editora UFPR, n. 31, p. 169-189, 2008.

NOGUEIRA, R. P. Higiomania: a obsessão com a saúde na sociedade contemporânea. In: Vasconcelos, E.M. (org) **A saúde nas palavras e nos gestos: reflexões da rede de educação popular e saúde.** São Paulo: Editora Hucitec, capítulo 5, p.94-119, 2001.

NOSELLA, P. A escola brasileira no final do século: Um balanço - In: FRIGOTTO, Gaudêncio (Org.). **Educação e crise do trabalho: Perspectivas de final de século.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas.** Lisboa: Plátano Universitária. 252p. Tradução para o português do original Learning, creating, and using knowledge. Concept maps as facilitating tools in schools and corporations, 2000.

NUNES, F. G. **Professores e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): como está essa relação.** RAEGA, v. 24, 2012.

NUNES, F. de M. F.; FERREIRA, K. S.; DA SILVA, W. A. Jr.; BARBIERI, M. R.; COVAS, D.; Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói. **Revista Genética na Escola**, São Paulo, 2008.

- NUÑES, I. B.; LIMA, A. A. Aprendizagem por modelos: utilizando modelos e analogias. In: Nuñez, I. B; Ramalho, B. L. (Org.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: o novo Ensino Médio**. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- O'DAY, D. H. Animated Cell Biology: A Quick and Easy Method for Making Effective, High-Quality Teaching Animations. **CBE-Life Sciences Education**, v. 5, p. 255-263, 2006.
- OKUNO, E. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo: HARBRA, 2007.
- OLBY, R. **The path to the Double Helix: the discovery of DNA**. New York: Dover Publications, 1994.
- OLIVEIRA, J. G. R.; LUZ, C. E. da. **O Ensino de Geografia frente à Multiplicidade de Recursos: dos Tradicionais às Novas Tecnologias. Crise, Práxis e Autonomia: espaços de resistência e de esperanças**. Espaço de diálogos e práticas. ANAIS do XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre - RS, 2010.
- OREY, D. C., ROSA, M. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, v. 25, n. 2, p. 197-206, jul/dez, 2007.
- PAIVA, V. **História da Educação Popular no Brasil**. São Paulo: Loyola Edições, 2003.
- PAIXÃO JUNIOR, V. G; ALBERTINI, L. S; MUNHOZ, C. M; PUCCINI, C. L. Prática de ensino de genética no contexto PIBID. **Rev. Simbio-Logias**, v. 8, n. 11, Dez /2015.
- PASTA, C. H.; ESPINDOLA, L. O Ensino do Francês (FLE) Via Pesquisa. **Revista Práticas de Linguagem**, v. 3, n. 1, jan./jun. 2012.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científicos e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do Ensino Médio sobre Transgênicos. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.135-146, 2008.
- PEREIRA-FERREIRA, C.; MEIRELLES, R. M. S. Participación de los alumnos en la construcción de un material didáctico: sus concepciones sobre el tema el agua y la salud como base para la preparación de las actividades. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 28, p. 61-72, 2010.
- PEREIRA-FERREIRA, C. **Ensino de Ciências na Licenciatura em Pedagogia: recontextualização do currículo em Instituições do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde, FIOCRUZ, 2012.
- PÉREZ, P. M. F.; MATARREDONA, J. S. La ciencia ficción y La enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 2, p. 55-72, 2012.
- PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n.3, p. 525-540, set./dez. 2009.
- PIASSI, L. P. C. **Contatos: A Ficção Científica no Ensino de Ciências em um contexto sócio cultural**. Tese de Doutorado, USP, 2007.

- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de Ciências através de modelos. **Revista Investigação em ensino de Ciências**, 2001.
- PILLAR, A. D. **Visualidade contemporânea: interação de linguagens e leitura**. Anais do XVI Encontro Nacional da ANPAP. Florianópolis: ANPAP, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Arte, mídia e educação: produção de sentidos em textos sincréticos**. Anais do XV Encontro Nacional da ANPAP. V. II. Salvador: ANPAP, p. 348-358, 2006.
- \_\_\_\_\_. Sincretismo em desenhos animados da TV: O Laboratório de Dexter. **Revista Educação & Realidade**, v.30, n.2, p. 107-142. jul/dez. 2005.
- \_\_\_\_\_. Regimes de visibilidade nos desenhos animados da televisão. In: MEDEIROS, M. B. (org.) **Arte em pesquisa: especificidades**. V. 2. Brasília: Editora da UnB, p.52-62, 2004a.
- \_\_\_\_\_. Um convite ao olhar: televisão e arte na educação infantil. In: CORREA, A. D. (Org.) **Ensino de artes: múltiplos olhares**. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, p. 31-44, 2004b.
- \_\_\_\_\_. Da sedução ao sentido da imagem: televisão e arte na educação infantil. In: POTRICH, C. M.; QUEVEDO, H. F. de (Org.) **Questões de arte e comunicação**. Passo Fundo: Editora da UPF, p.13-26, 2003.
- PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**. EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) n.º 49/1 – 25 de marzo de 2009.
- POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co., 1969.
- PRENSKY, M. O papel da tecnologia no ensino e na sala de aula. **Conjectura**, Caxias do Sul, v. 15, n. 2, maio/ago, 2010.
- PUCCI, L. F. S.; BAUER, C. Tecnologia Educacional no Ensino de Física e de Ciências da Natureza, nos depoimentos de Pesquisadores Protagonistas: Construtivismo *versus* Instrucionismo, Concreto *versus* Virtual. **EccoS - Revista Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 361- 378. Jul-Dez, 2008.
- RABINOW, P. **Antropologia da razão – ensaios de Paul Rabinow**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002.
- RAMOS, F. P.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R. Os acontecimentos pós-genômicos: formações discursivas em ambientes informais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 406-430, 2012.
- RAMOS, F. P.; NEVES, M. C. D.; CORAZZA, M. J. A ciência moderna e as concepções contemporâneas em discursos de professores-pesquisadores: entre rupturas e a continuidade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 84-108, 2011.

- RAMOS, V. M. Pedagogia Histórico-Crítica como perspectiva didática de ensino: uma discussão sobre seus limites. **Revista Eletrônica: LENPES-PIBID de Ciências Sociais – UEL**, v. 1, n. 2, jul-dez. 2012.
- RANCIÈRE, J. O **Espectador Emancipado**. Lisboa: Orfeu Negro, p. 112, 2010.
- REBLIN, I. A.; KLEIN, R. Quando a religião se faz arte e educação: interfaces com o imaginário e possibilidades de trabalho com o cinema no ensino religioso. **Religare**, v. 10, n. 2, p. 121-131, setembro de 2013.
- REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. **O ensino de ciências e a experimentação**. IX ANPED Sul (Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul), 2012.
- REIA-BAPTISTA. V. El Valor Pedagógico del Cine: Los casos Edison y Lenin. O Valor Pedagógico do Cinema: Os Casos Edison e Lenin. The pedagogical value of cinema: The cases of Edison and Lenin. Universidade do Algarve Faro (Portugal). **Ámbitos**, n. 13-14, p. 213-229, 2005.
- REZENDE FILHO, L. A. C.; BASTOS, W.; PASTOR JUNIOR, A. A.; PEREIRA, M. V.; SA, M. B. Contribuições dos Estudos de Recepção Audiovisual para a Educação em Ciência e Saúde. **Alexandria (UFSC)**, v. 8, p.143-161, 2015.
- RIBEIRO, A. E. **Retextualização, multimodalidade e mídias no ensino de português**. III Encontro Nacional sobre Hipertexto, Belo Horizonte, MG, 2009.
- RIBEIRO, F. M.; PAZ, M. G. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos – FACOS / CNEC**. Ano 2, v. 2, 2012.
- RICARDO, E. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais na Formação Inicial dos Professores das Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n. 3, p.339-355, 2007. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID175/v12\\_n3\\_a2007.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID175/v12_n3_a2007.pdf). Acessado em 18 de dez. 2012.
- RIFKIN, J. **O Século da Biotecnologia**. São Paulo: Editora Makron Books, 2005.
- RIZZINI, I. Crianças e menores: do pátrio poder ao pátrio dever. Um histórico da legislação para a infância no Brasil. In: \_\_\_\_\_; PILOTTI, Francisco. (Orgs.) **A arte de governar crianças – a história das políticas sociais, da legislação e da assistência à criança no Brasil**. São Paulo: Cortez Editora, p.97-150, 2009.
- ROBERTS, A. **Science Fiction. The new critical idiom**. London and New York: Routledge, 2000.
- ROCHA, C. A. **O imaginário científico sobre o corpo construído pela mídia a partir de 1950**. UFMG, 2007.
- ROSÁRIO, K. D. **O ensino de genética em escolas públicas de Urucuia – MG**. Dissertação de Mestrado, PUC Goiás, 2016.
- RUBIN, M. A.; BOEMO, R. L.; JURACH, A.; ROJAS, D. B.; ZANOLLA, G. R.; OBREGON, A.D.; SOUZA, D. O, and MELLO, C. F. **Intrahippocampal spermidine administration improves inhibitory avoidance performance in rats**. Behav Pharmacol. 11: 57- 61, 2000.

- SAMPAIO, F. T. Passado terminal: Cinco séculos de tentativas não foram suficientes para aproximar a saúde pública brasileira das salas de aula. **Educação**, v. 9, p. 62-63. 2000.
- SANGER, F.; NICKLEN, S. & COULSON, A. R. DNA Sequencing with chain-terminating inhibitors. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 74, 5463–5467, 1977.
- SANTOS, A. V.; FONTANA, R. T.; BRUM, Z. P. de. Os mapas conceituais e a aprendizagem significativa em saúde coletiva. In: Tecnologia e Cultura. **Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca**. CEFET/RJ/n. 26, Ano 17, jul-dez, 2015.
- SANTOS, M. R. C.; AZEVEDO, R. O. M. **Tecnologias da informação e comunicação (TIC) no Ensino de Química**. III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. Niterói/RJ, 2012.
- SANTOS, M. A. C dos. Criança e criminalidade no início do século. In: DEL PRIORE, Mary. **História das crianças no Brasil**. São Paulo: Contexto, p. 210-230, 2007.
- SAVIANI, D. **História da Educação no Brasil: Um balanço prévio e necessário**. Conferência de abertura do V Colóquio de Pesquisa sobre Instituições Escolares, organizado pela Uninove e realizado em São Paulo, de 27 a 29 de agosto de 2008.
- \_\_\_\_\_. “Instituições escolares no Brasil: conceito e reconstrução histórica”. In: NASCIMENTO, M. I. M.; SANDANO, W.; LOMBARDI, J.C.; SAVIANI, D. (Orgs.), **Instituições escolares no Brasil: conceito e reconstrução histórica**. Campinas, Autores Associados, p. 3-27, 2007.
- \_\_\_\_\_. “História da escola pública no Brasil: questões para pesquisa”. In: LOMBARDI, J. C.; SAVIANI, D.; NASCIMENTO, M. I. M. (Orgs.), **A escola pública no Brasil: história e historiografia**. Campinas, Autores Associados, p. 1-29, 2005.
- SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. a construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, 2005.
- SCHEINER, S. M. Toward a conceptual framework for biology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 85, n. 3, p. 293-318, 2010.
- SCHNEIDER, E. M.; JUSTINA, L. A. D.; ANDRADE, M. B. S.; OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A.; MEGLHIERATTI, F. A. Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n. 2, p.201-222, 2011.
- SCHROEDER, E.; TOMIO, D.; AVANCINI, T.; OSÓRIO, T.; WEINGAERTNER, D. **Contribuições do Livro Didático de Biologia para a Educação Científica na escola**. In: Anais III Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (ERE BIO). Ijuí, 2008.
- SETTON, M. G. **Mídia e Educação**. São Paulo: Contexto, 2010.
- SILVA, C. M.; RIBEIRO, A. M.; GASTAL, M. L. **Narrativas de vida como processo de reflexão sobre a prática docente na formação de professores de Ciências e Biologia**. V EneBio e II EreBio Regional 1, Revista de SBEnbio, n. 7, outubro de 2014.

- SILVA, B. A. O uso pedagógico de TIC em Centro de Estudos de Línguas, no ensino público de Assis/SP. **Revista Tecnologias na Educação** - Ano 5, n. 9, dezembro de 2013. Disponível em <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>
- SILVA, F. S. S.; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos professores de Biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas no município de Imperatriz (MA). Educação, políticas públicas e sociedade. **Revista UNI**, ano 1, p. 135-149, 2011.
- SILVA, J. E.; ROGADO, J. **Realidade Virtual no Ensino de Química: o caso do modelo de partículas**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), 2008.
- SILVA, R. M.; TRIVELATO, S. L. F. **Os livros didáticos de Biologia do século XX**. In: Anais VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”. (EPEB). São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2000.
- SILVA, S. A. M.; OLIVEIRA, A. L. A música no ensino de ciências: perspectivas para a compreensão da ecologia e a temática CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente), 2009. **Revista eletrônica Dia a dia educação**, Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2109-8.pdf>. Acessado em: 15 de agosto de 2014.
- SILVA, W. P. **O uso das novas tecnologias como recurso didático no ensino da geografia**. VI Congresso Norte - Mineiro de Pesquisa em Educação. Universidade, História e Memória, 2014.
- SMOLINSKI, K. **Learning Science Using Music**. Science Scope, v. 35, n. 2, p. 42-45, 2011.
- SOARES, D.; CHALHUB, A. A influência dos super-heróis no processo de diferenciação do *self* em crianças. **Revista (Inter)subjetividades**, 2010. Acesso em 24 de agosto de 2015. Disponível em [http://revistas.unijorge.edu.br/intersubjetividades/pdf/2010\\_1\\_Artigo1\\_28.pdf](http://revistas.unijorge.edu.br/intersubjetividades/pdf/2010_1_Artigo1_28.pdf)
- SOUTHWORTH, T. Modern physics and science fiction: a mini-unit for high school physics. **The Physics Teacher**, feb. p. 90-91, 1987.
- SPALDING, M. **Nossa classe média é culturalmente pobre**. Editora Colunas, FGV, 2008. Disponível em <http://www.cps.fgv.br/ibrecps/M3/midia/kc1237.pdf>
- STRATHERN, P. **Crick, Watson e o DNA**. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- TEIXEIRA, A. F., MONTEIRO, D. D. **Ensino de Química Contextualizado através da Mediação Tecnológica**. 1º CPEQUI - Congresso Paranaense de Educação em Química. UEL-10 a 13 de agosto de 2009.
- TEKKA YA, C.; ÖZKAN, Ö.; SUNGUR, S. **Biology concepts perceived as difficult by turkish high school students lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları**. Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi 21, p. 145-150, 2001.
- TEMELLI, A. Lise öğrencilerinin genetik ile ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. **Kastamonu Education Journal**, v.14, n.1, March, 2006.

- TEMP, D. S. **Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um modelo didático e análise de recursos presentes em livros de Biologia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- THIEL, G. C.; THIEL, J. C. **Movie Takes: A Magia do cinema na Sala de Aula**. Coleção Mundo das ideias, Curitiba: Aymar, 2009.
- THOMPSON, M. W.; McINNES, R. R.; WILLARD, H. F. (THOMPSON & THOMPSON). **Genética Médica**. 5ª Edição. Guanabara Koogan, 1991.
- TIBELL, L. A. E.; RUNDGREN, C. J. Educational Challenges of Molecular Life Science: Characteristics and Implications for Education and Research. **CBE- Life Sciences Education**, v. 9, p.25-33, 2010.
- TSUI, C. Y.; TREAGUST, D. F. Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia. **The American Biology Teacher**, v. 66, n. 4, p. 277-286, 2004.
- VALE, J. M. F. Educação Científica e Sociedade. In: NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, p.1-7, 1998.
- VEIGA, I. Didática: Uma retrospectiva histórica. In: Veiga (Ed.). **Repensando a Didática**. Campinas: Papirus, p. 82-95, 1978.
- VIANA, N. Breve História dos Super-heróis. In: VIANA, N.; REBLIN, I. A. (Org.). **Super-Heróis, Cultura e Sociedade: Aproximações multidisciplinares sobre o mundo dos quadrinhos**. Aparecida, SP: Idéias & Letras, p.15-53, 2011.
- VIANA, N.; REBLIN, I. A. **Super-Heróis, Cultura e Sociedade: Aproximações multidisciplinares sobre o mundo dos quadrinhos**. Aparecida, SP: Idéias & Letras, 2011.
- VILA, J. V. “Las relaciones escuela y comunidad em um mundo cambiante”. In: CASTRO RODRIGUEZ, M. M. et al. **La escuela em La comunidad. La comunidad em la escuela**. Barcelona: Editorial Grão, 2007.
- VILLAS-BÔAS, S. G.; GOMBERT, A. K. Análise do metaboloma: uma ferramenta biotecnológica emergente na Era Pós-Genômica. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**. Ano IX, n. 36, jan/jun, 2006.
- VIVIANI, L. M. A disciplina Biologia Educacional e seus professores paulistas: diversidade de formação e de práticas profissionais. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v.4, p.85-102, jan./jun. 2010.
- VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.
- WANDERLEY, S. **Cultura Histórica, Mídia e Ensino de História: Problemas Políticos de Ensinar e Aprender**. Anais do XV Encontro Regional de História da ANPUH- RIO, 2012.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. Medical research council unit for the Study of the molecular structure of biological systems. **Nature**. Cavendish laboratoy, Cambridge, april 2, vol. 171. 1953. Disponível em [http://biology.mcgill.ca/watsoncrick\\_1953.pdf](http://biology.mcgill.ca/watsoncrick_1953.pdf). Acessado em 2 de julho de 2015.

WEBER, M. A. L.; BEHRENS, M. A. Paradigmas educacionais e o ensino com a utilização de mídias. **Revista Intersaberes**, Curitiba, a. 5, n.10, p. 245-270, jul./dez. 2010.

WOLF, M. **Teorias das Comunicações de Massa**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Y DRIVER, R. Genética y formación científica: resultados de um proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y La enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n.1, p. 43-61, 1998.

WORTH, S. **The Uses of Film in Education and Communication**. In: **Larry Gross (ed.). Studying Visual Communication**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1981.

XAVIER, M. C. F.; SÁ FREIRE, A. de.; MORAES, M. O. A Nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

YOUNG, M. **Para que servem as escolas?** Campinas, v. 28, p. 1287-1302, set./dez. 2007.

ZABALZA, M. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

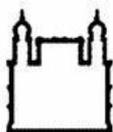
ZATZ, M. **Genética: escolhas que nossos avós não faziam**. São Paulo, Globo, 2011.

ZEDNIK, H.; TAROUCO, L. M. R.; GUERRA, E. P. M.; PINHEIRO, A. C. M. **Uma Aventura Dinâmica: estudo de caso aplicado ao ensino de física**. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, 2011.

## APÊNDICES

### Apêndice A: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Docentes



**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ**  
**Instituto Oswaldo Cruz**  
Pós Graduação em Biociências e Saúde  
Setor de Inovações Educacionais – Laboratório de Inovações, Terapias e Bioprodutos

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(de acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de doutorado intitulada: “**Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro**”.

Você foi selecionado (a) para participar da pesquisa por ser professor(a) de Biociências na rede pública estadual no Rio de Janeiro e por seu envolvimento direto com o assunto da pesquisa.

O objetivo inicial deste estudo é identificar de que forma e com que frequência, os docentes têm utilizado filmes como recurso no ensino em Biociências para, posteriormente, analisar e propor alternativas viáveis do uso desse recurso didático na promoção do conhecimento científico em sala de aula. Este estudo visa facilitar a compreensão dos processos biológicos que envolvem o genoma através da análise de filmes de ficção científica (ou cenas de filmes) e melhorar a qualidade do ensino de Biologia, contextualizando as biotecnologias atuais que envolvem o material genético a temas afins, como saúde, evolução e mutação.

Sua participação não é obrigatória, e caso aceite participar, poderá a qualquer momento desistir de participar e retirar seu consentimento. Se você não quiser participar do trabalho, sua recusa não o (a) prejudicará em sua relação com o pesquisador, com sua vida profissional ou com a instituição onde a pesquisa está sendo realizada.

Com sua participação você poderá estar contribuindo para o avanço da pesquisa na área de Ensino em Biociências e Saúde (FIOCRUZ) e para a melhoria do ensino de Biociências no Brasil. A escola receberá posteriormente uma cópia do material produzido. Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo financeiro para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Não será feita nenhuma citação a nomes, endereços ou qualquer forma de identificação e você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação, agora ou a qualquer momento. O resultado final da pesquisa será divulgado na Tese de doutorado da pesquisadora Juliana Macedo Lacerda Nascimento.

**Prof<sup>ª</sup>. Ms. Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosane Moreira Silva de Meirelles**

Pavilhão Cardoso Fontes

Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB)

2º andar - sala 52

Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ CEP: 41045-900

Tel.: 2562-1454

*“Declaro estar ciente das informações constantes neste Termo de Consentimento livre e esclarecido, e entender que serei resguardado pelo sigilo absoluto de meus dados pessoais e de minha participação na pesquisa. Poderei pedir, a qualquer tempo, esclarecimentos sobre esta pesquisa; recusar a dar informações que julgue prejudiciais a minha pessoa, solicitar a não inclusão em documentos de quaisquer informações que já tenha fornecido e desistir, a qualquer momento, de participar da pesquisa”.*

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Avenida Brasil, 4 036 – Sala: 705 (Prédio da Expansão) – Manguinhos, RJ – CEP: 21.040-360 – Tels: (21) 3882-9011 Fax: (21) 2561-4815.  
E-mail: etica@fiocruz.br

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Discentes (2013)



**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ**  
**Instituto Oswaldo Cruz**  
Pós Graduação em Biociências e Saúde  
Setor de Inovações Educacionais – Laboratório de Inovações, Terapias e Bioprodutos

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
(de acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de doutorado intitulada: “**Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro**”.

Você foi selecionado (a) para participar da pesquisa por estar cursando o 1º ou o 3º Ano do Ensino Médio na rede pública Estadual e por seu envolvimento direto com o assunto da pesquisa.

O objetivo inicial deste estudo é identificar suas concepções prévias sobre o tema genoma e biotecnologia (e temas afins) e aptidão pelo uso de filmes. Esta proposta visa facilitar a compreensão dos processos biológicos que envolvem o genoma através de filmes de ficção científica e melhorar a qualidade do ensino de Biologia, contextualizando as biotecnologias atuais que envolvem o material genético a temas afins, como saúde, evolução e mutação.

Sua participação não é obrigatória, e caso aceite participar, poderá a qualquer momento desistir de participar e retirar seu consentimento. Se você não quiser participar do trabalho, sua recusa não o (a) prejudicará em sua relação com o pesquisador, com sua vida escolar ou com a instituição onde a pesquisa está sendo realizada.

A pesquisa não servirá de avaliação para esta disciplina Biologia no ano letivo e também não exigirá nenhuma participação fora da escola. Com sua participação você estará contribuindo para a melhoria do ensino no Brasil e a escola receberá posteriormente uma cópia do material produzido. Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo financeiro para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Não será feita nenhuma citação a nomes, endereços ou qualquer forma de identificação e você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação, agora ou a qualquer momento. O resultado final da pesquisa será divulgado na Tese de doutorado da pesquisadora Juliana Macedo Lacerda Nascimento.

**Prof<sup>a</sup>. Ms. Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosane Moreira Silva de Meirelles**

Pavilhão Cardoso Fontes

Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB)

2º andar - sala 52

Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ CEP: 41045-900

Tel.: 2562-1454

Comitê de Ética<sup>60</sup>

*“Declaro estar ciente das informações constantes neste Termo de Consentimento livre e esclarecido, e entender que serei resguardado pelo sigilo absoluto de meus dados pessoais e de minha participação na pesquisa. Poderei pedir, a qualquer tempo, esclarecimentos sobre esta pesquisa; recusar a dar informações que julgue prejudiciais a minha pessoa, solicitar a não inclusão em documentos de quaisquer informações que já tenha fornecido e desistir, a qualquer momento, de participar da pesquisa”.*

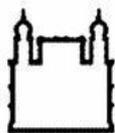
Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

<sup>60</sup> Avenida Brasil, 4 036 – Sala: 705 (Prédio da Expansão) – Manguinhos, RJ – CEP: 21.040-360 – Tels: (21) 3882-9011 Fax: (21) 2561-4815. E-mail: etica@fiocruz.br

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Discentes (2014 e 2015)



**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ**  
**Instituto Oswaldo Cruz**  
*Pós Graduação em Biociências e Saúde*  
Setor de Inovações Educacionais – Laboratório de Inovações, Terapias e Bioprodutos

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
(de acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa de doutorado intitulada: “**Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro**”.

Você foi selecionado (a) para participar da pesquisa por estar cursando o 2º ou o 3º Ano do Ensino Médio na rede pública Estadual e pelo envolvimento direto do tema da pesquisa com o ensino de Biologia.

O objetivo deste estudo, neste momento, é verificar a eficácia do uso de filmes de ficção científica no ensino do tema genoma em interfaces com saúde e biotecnologia.

Sua participação não é obrigatória, e caso aceite participar, poderá a qualquer momento desistir de participar e retirar seu consentimento. Se você não quiser participar do trabalho, sua recusa não o (a) prejudicará em sua relação com o pesquisador, com sua vida escolar ou com a instituição onde a pesquisa está sendo realizada.

A pesquisa não servirá de avaliação para esta disciplina Biologia no ano letivo e também não exigirá nenhuma participação fora da escola. Com sua participação você estará contribuindo para a melhoria do ensino no Brasil e a escola receberá posteriormente uma cópia do material produzido. Participar dessa pesquisa não implicará em nenhum custo financeiro para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Não será feita nenhuma citação a nomes, endereços ou qualquer forma de identificação e você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação, agora ou a qualquer momento. O resultado final da pesquisa será divulgado na Tese de doutorado da pesquisadora Juliana Macedo Lacerda Nascimento.

**Profª. Ms. Juliana Macedo Lacerda Nascimento**

**Profª. Drª. Rosane Moreira Silva de Meirelles**

Pavilhão Cardoso Fontes

Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB)

2º andar - sala 52

Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ CEP: 41045-900

Tel.: 2562-1454

Comitê de Ética<sup>61</sup>

*“Declaro estar ciente das informações constantes neste Termo de Consentimento livre e esclarecido, e entender que serei resguardado pelo sigilo absoluto de meus dados pessoais e de minha participação na pesquisa. Poderei pedir, a qualquer tempo, esclarecimentos sobre esta pesquisa; recusar a dar informações que julgue prejudiciais a minha pessoa, solicitar a não inclusão em documentos de quaisquer informações que já tenha fornecido e desistir, a qualquer momento, de participar da pesquisa”.*

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura do Responsável: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

<sup>61</sup> Avenida Brasil, 4 036 – Sala: 705 (Prédio da Expansão) – Manguinhos, RJ – CEP: 21.040-360 – Tels: (21) 3882-9011 Fax: (21) 2561-4815. E-mail: etica@fiocruz.br

## Apêndice B: Questionário Discentes (Questionário semiestruturado)



Fundação Oswaldo Cruz  
Ensino em Biociências e Saúde  
Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos  
Doutoranda: Juliana Macedo Lacerda Nascimento  
Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Rosane Moreira Silva de Meirelles

### Questionário aos discentes

#### 1) Dados complementares:

- a) Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( ) Turma: \_\_\_\_\_  
b) Quantas vezes cursou a série em que está matriculado atualmente? ( ) mais de uma vez ( ) primeira vez  
c) Há quantos anos estuda nesta escola? ( ) Comecei este ano ( ) Há mais de um ano ( ) Há mais de 3 anos  
d) Sempre teve aulas de Biologia nesta série? ( ) Sim ( ) Não

#### 2) Pra você, o que significa a palavra “Genoma”?

---

---

#### 3) Marque um (X) na fonte de informação onde você ouviu falar sobre Genoma:

Fonte de informação Assunto / Conceito	Filmes	Novelas	Televisão (programas de investigação científica ou telejornais)	Revistas científicas	Literaturas diversas	Escola	Internet	Outros meios (escreva)	Nunca ouvi falar
Genoma									

#### 4) Desenhe no espaço delimitado o que vem à sua mente quando pensa em:

Genoma

Biotecnologia

#### 5) Você se lembra de ter assistido (em casa, na casa de amigos ou no cinema) algum filme que falasse sobre os temas citados acima? ( ) Sim ( ) Não

a) Qual(is) filme(s) você assistiu?

---

#### 6) Você gosta de assistir que tipo(s) de filme(s)?

- ( ) Terror ( ) Romance ( ) Ficção científica ( ) Aventura ( ) Documentário ( ) Comédia  
( ) Drama ( ) Suspense ( ) Outros? Quais? \_\_\_\_\_  
( ) Não gosto de assistir filmes

#### 7) Você acha legal ver filme na escola? ( ) Sim ( ) Não

a) Por quê?

b) Já assistiu na escola algum filme que tenha abordado um dos temas citados na questão 4? ( ) Sim ( ) Não

c) Caso afirmativo, foi durante a aula de que disciplina?

d) Em que escola assistiu esse filme? ( ) Municipal ( ) Esta dual ( ) Federal ( ) Particular

## Apêndice C: Roteiro de Entrevista com Docentes

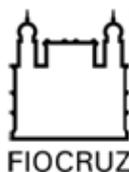


Fundação Oswaldo Cruz  
Ensino em Biociências e Saúde  
Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos  
Doutoranda: Prof.<sup>a</sup> Ms. Juliana Macedo Lacerda Nascimento  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosane Moreira Silva de Meirelles

### Entrevista (docentes)

- 1) Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M
- 2) a) Formação acadêmica \_\_\_\_\_  
b) Ano de conclusão da graduação: \_\_\_\_\_ tempo de magistério: \_\_\_\_\_  
c) Universidade: \_\_\_\_\_  
d) Pós-graduação: ( ) Especialização ( ) MBA ( ) Mestrado ( ) Doutorado ( ) PhD
- 3) Disciplina(s) que leciona atualmente: \_\_\_\_\_
- 4) Anos escolares (séries) que leciona atualmente:  
( ) 6º EF ( ) 7º EF ( ) 8º EF ( ) 9º EF ( ) 1º EM ( ) 2º EM ( ) 3º EM
- 5) Existe algum conteúdo programático que percebe maior dificuldade em ensinar? Qual (is)?  
\_\_\_\_\_
- 6) Que conteúdos programáticos percebe maior dificuldade dos alunos em aprender?  
\_\_\_\_\_
- 7) A presente escola disponibiliza os seguintes recursos tecnológicos **em condições de uso** com as turmas:  
( ) TV ( ) Vídeo VHS ( ) Projetor ( ) Projetor Interativo ( ) Microcomputador/Netbook  
( ) DVD ( ) Retroprojetor ( ) Nenhum ( ) Outros \_\_\_\_\_
- 8) Quais dos recursos acima você já utilizou no ensino? \_\_\_\_\_
- 9) Com que finalidade utilizou tal recurso?  
\_\_\_\_\_
- 10) Já utilizou filmes como recurso didático para ensinar determinado conteúdo? ( ) Sim ( ) Não  
**Em caso afirmativo, responda os itens 10.1 a 10.5:**  
10.1. Qual (is) filme(s): \_\_\_\_\_  
10.2. Gênero do filme: \_\_\_\_\_  
10.3. Qual (is) conceito(s) buscou ensinar? \_\_\_\_\_  
10.4. Utilizou o filme:  
( ) Apenas algumas cenas que lhe interessava para posteriormente debater-las com os alunos;  
( ) Para discutir o enredo da história com a turma;  
( ) Para dinamizar a aula, sem ligação com conteúdos;  
( ) Para preencher o tempo de aula.  
( ) Outras razões: \_\_\_\_\_  
10.5. Você vê dificuldades em utilizar filmes como recurso didático em sala de aula?  
\_\_\_\_\_
- 11) Com que frequência utiliza filmes como recurso didático?  
( ) Semanal ( ) Mensal ( ) Bimestral ( ) Semestral ( ) Anual ( ) Não utiliza esse recurso
- 12) Como julga o uso de filmes em termos de interesse e facilidade de assimilação de conteúdos por parte dos alunos em Ciências / Biologia?  
( ) Ineficaz ( ) Ruim ( ) Indiferente ( ) Bom ( ) Muito bom ( ) Excelente
- 13) Como você costuma ensinar os temas: genoma, saúde e biotecnologia? (Obs: recursos que utiliza...)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 14) No livro didático de Biologia adotado pela escola no presente ano letivo há sugestões de uso de filmes? Em que conteúdos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Apêndice D: Questionário Socioeconômico



Fundação Oswaldo Cruz  
Ensino em Biociências e Saúde  
Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos  
Doutoranda: Prof<sup>a</sup> Ms. Juliana Macedo Lacerda Nascimento  
Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Rosane Moreira Silva de Meirelles

### Questionário Socioeconômico (Discentes)

#### Dados pessoais

- 1) Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( ) Turma: \_\_\_\_\_
- 2) Assinale a alternativa que você identifica como sua cor ou raça:  
( ) branca ( ) preta ( ) parda ( ) amarela ( ) indígena
- 3) Em que bairro você mora? \_\_\_\_\_
- 4) Você trabalha ou já trabalhou? ( ) sim ( ) não  
Caso esteja trabalhando atualmente, em que você trabalha? \_\_\_\_\_  
E remunerado? ( ) sim ( ) não
- 5) Qual é sua jornada de trabalho:  
( ) Sem jornada fixa, até 10 horas semanais.  
( ) De 11 a 20 horas semanais.  
( ) De 21 a 30 horas semanais.  
( ) Mais de 30 horas semanais.



- 6) Você é beneficiado pelo Projeto Bolsa Família? ( ) sim ( ) não
- 7) Você mora: ( ) sozinho ( ) com seu pai ( ) com sua mãe ( ) com \_\_\_\_\_ irmãos  
( ) outras pessoas (ex. avós, tios, amigos...)
- 8) Quantos trabalham remuneradamente?  
( ) nenhum ( ) um ( ) dois ( ) três ( ) mais de três
- 9) No total, a renda familiar é:  
( ) inferior a um salário mínimo (< R\$ 724,00)  
( ) igual a um salário mínimo (R\$ 724,00)  
( ) equivalente a dois salários mínimo  
( ) três salários mínimo  
( ) superior a três salários mínimo  
( ) não sei informar
- 10) Quantas pessoas são sustentadas com essa renda? \_\_\_\_\_



- 11) Qual o nível de instrução de seu pai?  
( ) sem escolaridade ( ) Ensino Fundamental (1º grau) incompleto  
( ) Ensino Fundamental (1º grau) completo ( ) Ensino Médio (2º grau) incompleto  
( ) Ensino Médio (2º grau) completo ( ) Superior incompleto  
( ) Superior completo ( ) Mestrado ou Doutorado ( ) não sei informar
- 12) Qual o nível de instrução de sua mãe?  
( ) sem escolaridade ( ) Ensino Fundamental (1º grau) incompleto  
( ) Ensino Fundamental (1º grau) completo ( ) Ensino Médio (2º grau) incompleto  
( ) Ensino Médio (2º grau) completo ( ) Superior incompleto  
( ) Superior completo ( ) Mestrado ou Doutorado ( ) não sei informar



- 13) Possui acesso a internet? ( ) sim ( ) não  
Em caso afirmativo, tenho acesso à internet nos seguintes aparelhos:  
( ) computador da minha casa ( ) meu celular ( ) meu tablet ( ) só no computador da lan house ( ) Outros: \_\_\_\_\_
- 14) Quantos aparelhos de televisão possui em casa?  
( ) nenhum ( ) um aparelho com acesso apenas a canais abertos  
( ) um aparelho com acesso a canais fechados ( ) dois aparelhos ( ) três aparelhos  
( ) mais de três aparelhos



15) Que tipo de programa televisivo gosta de assistir?

16) Costuma assistir filmes? ( ) sim ( ) não

17) Quando assiste filmes, são aqueles exibidos (numere de 1 a 4 a ordem que mais utiliza):  
( ) em canais abertos ( ) em canais fechados ( ) gravados em DVD ( ) cinema



18) Qual das atividades abaixo ocupa a maior parte do seu tempo livre? (marque apenas uma!)

( ) TV ( ) religião ( ) teatro ( ) cinema ( ) música ( ) bares e boates

( ) leitura ( ) internet ( ) facebook ( ) esportes ( ) Whatsapp ( ) outra:

19) Qual o meio que você mais utiliza para se manter informado (a)?

( ) jornal escrito ( ) TV ( ) rádio ( ) revistas ( ) internet

( ) outros ( ) nenhum



20) Se você vai ao cinema, com que frequência isso acontece?

( ) semanalmente ( ) quinzenalmente ( ) mensalmente ( ) semestralmente ( ) anualmente ( ) nunca

21) Se você **não** vai ao cinema ou vai com pouca frequência, a que você atribui esse fato:

( ) eu não gosto de filme no cinema!

( ) é muito caro!

( ) meus pais não deixam!

( ) minha religião não permite!

( ) outros \_\_\_\_\_



Apêndice E: Materiais utilizados nas oficinas didáticas

Apêndice E1: Slides utilizados no Bloco Temático 1 (Genoma e Saúde)

**Ficção Científica e Genética: isso combina?**

DATE SCENE TAKE

**Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde**  
 Pesquisadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Juliana Macedo  
 Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosane Meirelles

FIOCRUZ

A

**Você conhece essas pessoas?**

Portraits of actors: Ewan McGregor, James Van Der Beek, Ryan Reynolds, Jesse Eisenberg, and others.

B

**O que eles têm em comum?**

**ARMA X =**

Todos foram criados nos EUA no período Pós Segunda Guerra Mundial (1939-1945)...Efeitos da radiação X Bomba Atômica no Japão?!

C

**A Origem dos Super-Heróis**

Timeline of comic book origins: 1961!!! (Fantastic Four), 1962!!! (The Incredible Hulk), 1963!!! (Amazing Fantasy #15), 1963!!! (X-Men).

D

**Linha do tempo**

Timeline from 1939 to 2003 showing the evolution of superhero franchises and their cinematic adaptations.

E

**Quarteto Fantástico 2005 – A Missão**

Image of the movie's lobby with yellow taxis.

F



G

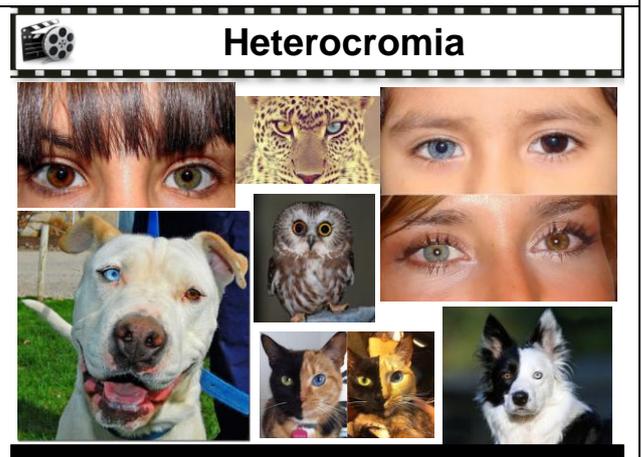
**Como o ser humano pode ficar sujeito à mutações patogênicas?**

Agentes Físicos	Agentes Químicos	Agentes Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposição à Radiação do tipo Ultra Violeta (UV) e Radiação Nuclear</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de drogas (crack, maconha, cocaína, nicotina, álcool, medicamentos...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infeções por determinados microorganismos patogênicos (Ex. vírus HPV...)</li> </ul>

H



I



J

**Afinal, o que há com o Material Genético?**

Mutações Biológicas são alterações na sequência dos nucleotídeos no genoma.

K

**Existe algo em comum entre a fantasia da ficção científica e orientações para a promoção da Saúde?**

- ✓ Tempo de exposição aos agentes mutagênicos (**Quarteto fantástico**);
- ✓ Regeneração celular (**Wolverine**);
- ✓ Hereditariedade (mutação óssea presente em irmãos **X-Men**);
- ✓ Clonagem (**Homem aranha**).

**Câncer, Terapias com células-tronco, clonagem terapêutica...**

L

Os slides F, G e I contêm cenas recortadas dos filmes. Conteúdos e tempo de duração constam na Figura 5.17 do Capítulo 5 da Tese.

Figuras e Reportagens utilizadas na construção dos Panfletos



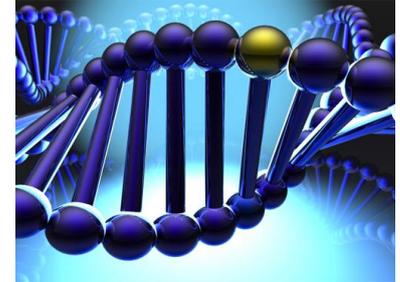
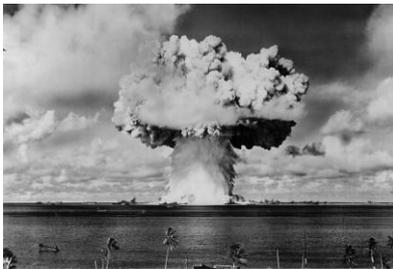

**Efeitos da radiação nuclear no corpo humano**

**Raios alfa**  
Causam a desidratação

**Raios beta e gama**  
Penetram no organismo e ionizam moléculas celulares, o que pode causar câncer

**Cápsulas de iodo**  
Captam o organismo de todo o radioiodo para reduzir o risco de que ele absorva o elemento em sua forma radioativa

**Partículas de iodo radioativo**



**MAIS UMA PONTE**

1. Ovos de células germinativas são produzidos no útero da mãe e no testículo do pai. São células que vão dar origem a um novo ser humano.

2. Quando uma célula germinativa é fertilizada, ela se divide e se multiplica, formando um embrião.

3. O embrião se desenvolve no útero da mãe e se transforma em um feto.

4. O feto se desenvolve no útero da mãe e se transforma em um bebê.

5. O bebê nasce e se desenvolve no mundo exterior.

6. O bebê cresce e se transforma em um adulto.

**BENEFÍCIOS ESPERADOS**

1. Diagnóstico precoce de doenças genéticas.

2. Seleção de sexo do bebê.

3. Seleção de características físicas do bebê.

4. Seleção de características de personalidade do bebê.

5. Seleção de características de inteligência do bebê.

6. Seleção de características de saúde do bebê.

**CLONE HUMANO?**

1. O clone humano é uma cópia genética de um ser humano.

2. O clone humano é criado a partir de uma célula germinativa.

3. O clone humano é desenvolvido no útero da mãe.

4. O clone humano nasce e se desenvolve no mundo exterior.

5. O clone humano cresce e se transforma em um adulto.

6. O clone humano pode ser usado para fins médicos ou científicos.



**EFEITOS DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO**

A exposição à radiação acarreta riscos à saúde associados à exposição prolongada a um baixo nível, como câncer e mutação do DNA, e efeitos de exposição curta de alto nível que causam queimaduras e náuseas

- Tireóide:** absorve iodo-131, com meia-vida de 8 dias. Alto risco de tumores, especialmente em crianças
- Hemácias:** baixa na contagem de plaquetas, sangramentos espontâneos
- Pulmões:** inflamação e fibrose
- Estômago:** sangramento
- Intestino delgado:** sangramento
- Medula óssea:** queda de até 50% de glóbulos brancos em 48h; cresce o risco de infecção

Foto: Graphic News



## TERREMOTO EM FUKUSHIMA

O terremoto de 8,9 graus na escala Richter e o tsunami que abalaram o Japão na madrugada do último dia 11 de março (horário de Brasília) provocaram danos na usina nuclear de Fukushima, localizada na região nordeste da ilha. Vazamentos radioativos foram registrados e um iminente desastre nuclear mobilizou a comunidade internacional. No momento do terremoto, 11 usinas localizadas na região entraram em processo de desligamento. Como parte do procedimento, os reatores precisam ser resfriados, uma vez que a fissão nuclear permanece ocorrendo mesmo após a interrupção na geração da energia. Cerca de uma hora depois do tremor, a usina de Fukushima foi atingida pelo tsunami. Segundo informações do governo japonês, houve vazamento radioativo, mas os reatores estão preservados. Os níveis de radiação no entorno da usina superaram em oito vezes o limite de segurança, forçando a evacuação da população em um raio de 20 km ao redor da usina. Segundo Laércio Vinhas, diretor de Radioproteção e Segurança Nuclear, da Comissão Nacional de Energia Nuclear brasileira, as medidas tomadas pelo governo japonês estão de acordo com o manual de operações para crises em usinas. Em Fukushima, explica o especialista, as explosões ocorreram quando a água usada para o resfriamento se tornou vapor de alta temperatura - liberando hidrogênio, altamente inflamável. Ainda que o reator seja danificado, Vinhas acredita que o acidente não deverá atingir grande magnitude. "Ainda sabemos pouco sobre a dimensão dos acontecimentos. Mas mesmo com o núcleo exposto, a estrutura da usina japonesa tem capacidade para evitar uma exposição exagerada. Caso isso ocorra, as consequências serão bem locais", afirma. Vinhas afirma que não é possível comparar o acidente de Fukushima ao ocorrido em Chernobyl, na Ucrânia, em 1986. "Naquele caso, as estruturas eram defasadas. E o acidente aconteceu com o reator em funcionamento", explica o diretor. O evento do Japão é mais parecido com o acidente na usina Three Mile Island, em 1979, nos Estados Unidos", avalia Vinhas. Na ocasião, em TMI, não houve vítimas nem vazamento de radiação para além dos limites da usina. No entanto, no Japão, com o acidente ainda fora de controle e dificuldade das autoridade em mensurar seus efeitos, os estragos podem ser maiores.

**Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/261/entenda-o-acidente-nuclear-em-fukushima-no-japao>**

Agosto de 2016

## **ESTUDO MOSTRA QUE RADIAÇÃO DE CELULARES PODE SER PREJUDICIAL À SAÚDE**

Cientista ucraniano garante que essa radiação tem efeito sobre o organismo. O tema, porém, divide opiniões. Nas grandes cidades do mundo e até nas que não são tão grandes assim, a gente vê telefones celulares, e suas torres, pra todo lado. Esses equipamentos emitem um tipo de radiação que os cientistas diziam que era inofensiva. Entre os pesquisadores, o tema divide opiniões. Você vai ver, agora, as conclusões de um levantamento supercompleto feito a partir de cem artigos científicos que tratam desse assunto. E que cuidados devemos tomar. São Paulo vista do alto! Um mar de concreto e de antenas, muitas de telefonia móvel. São Paulo vista de baixo: um fluxo constante de pessoas e de telefones celulares. Avenida Paulista, um dos pontos mais movimentados e mais altos de São Paulo. Esse é um lugar cercado de radiação e de ondas eletromagnéticas, que, é claro, a gente não consegue ver. Se a gente voltasse no tempo, para 1985, a quantidade de radiação eletromagnética. Se ela fosse visível, seria mais ou menos como mostrado no vídeo acima. Mas agora, 30 anos depois, com celulares, tablets e computadores para todo lado, os cientistas calculam que a quantidade de radiação eletromagnética aumentou muito: 250 mil vezes. Se essas ondas fossem visíveis, você não conseguiria enxergar mais nada. Mas toda essa radiação é segura para saúde? O tema divide opiniões. Enquanto muitos cientistas duvidam que a radiação de baixa intensidade provoque algum tipo de dano, outros discordam. Um levantamento supercompleto, recém-publicado, de pesquisadores da Ucrânia e dos Estados Unidos concluiu: essas ondas eletromagnéticas podem não ser tão inofensivas como se pensava. “Essa energia entra nos tecidos. Estamos falando de efeitos de radiação no organismo”, afirma o biólogo molecular Segiy Kyrylenko. O estudo reforça o que já tinha sido divulgado em um relatório de 2011, da Organização Mundial da Saúde (OMS). Trinta e um cientistas, de 14 países, decidiram incluir a radiação dos celulares na mesma categoria da emissão de gases de automóveis e do café, o grupo 2B, dos agentes possivelmente cancerígenos. “Os efeitos dessa radiação são evidentes, detectáveis e temos que ter cuidado”, garante Kyrylenko.

**Fonte: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/08/estudo-mostra-que-radiacao-de-celulares-pode-ser-prejudicial-saude.html>**

Agosto de 2015

## EFEITOS NOCIVOS DO SOL

Os efeitos nocivos do sol incluem queimaduras, envelhecimento precoce, surgimento de rugas, cânceres, catarata e foto conjuntivite. Utilizar óculos de sol, chapéus e filtro solar são algumas das formas de se proteger dos efeitos do sol. Que o Sol é extremamente importante para a nossa saúde não é novidade para ninguém, não é mesmo? Entretanto, o excesso de exposição à radiação por ele emitida pode desencadear problemas graves, como o câncer. Sendo assim, é fundamental se expor de maneira adequada, estando sempre atento aos riscos. Quais são os efeitos nocivos do sol? Sem dúvidas, a pele é a parte do corpo humano que mais é danificada quando exposta ao sol de maneira incorreta. Queimaduras de diferentes graus, alergias e o surgimento de manchas são apenas alguns exemplos dos problemas causados pela exposição excessiva. Além dos problemas relativamente imediatos, alguns outros podem surgir ao longo dos anos, tais como envelhecimento precoce decorrente da perda da elasticidade da pele, surgimento de rugas e o câncer. O câncer, sem dúvidas, é a consequência mais preocupante, uma vez que a doença pode ocasionar a morte. O câncer de pele ocorre como resultado de mutações nas células que acontecem em decorrência da radiação UV. São essas mutações que fazem com que ocorra a multiplicação exagerada de células e a formação do tumor. Entre os tipos de câncer de pele existentes, o mais grave é o melanoma, que possui alto potencial para produzir metástase. É importante destacar que o surgimento de câncer de pele possui relação com a cor da pele de cada pessoa. Pessoas negras, por exemplo, em razão da grande quantidade de melanina, são menos propensas a desenvolver a doença. Em contrapartida, pessoas mais claras necessitam de uma maior proteção em virtude da baixa quantidade de melanina. Além da pele, outras partes do corpo sofrem os efeitos da radiação solar. Os olhos, por exemplo, podem sofrer lesões graves e desenvolverem catarata e foto conjuntivites como resultado da exposição à radiação. A exposição solar também se relaciona com a desidratação, um problema grave que pode ocasionar a morte.

**Fonte:** <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/saude-bem-estar/efeitos-nocivos-sol.htm>

Junho de 2015

Apêndice E2: Slides utilizados no Bloco Temático 2 (Genoma e Biociências)

**As mutações sempre se apresentam como características extraordinárias ou aberrações?**

A

**Hereditariedade**

Hereditariedade Humana

B

**Seleção Natural**

C

**Quarteto Fantástico – Expressão Genética**

D

**Genoma e Evolução**

E

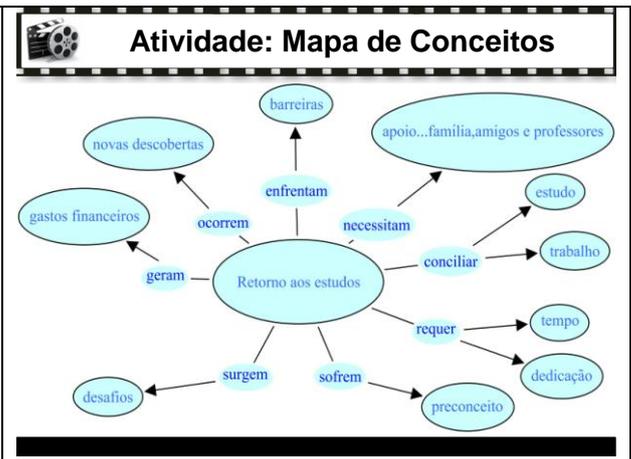
**Rigor Científico em O Incrível Hulk**

F



**Regeneração Celular**

**G**



**Atividade: Mapa de Conceitos**

**H**

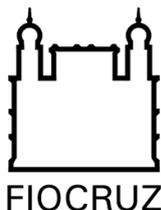
Nos slides D, E, F e G contêm cenas recortadas dos filmes abrangendo o tema Genoma e Biociências. Conteúdos e tempo de duração (recorte) de algumas cenas estão dispostos no Quadro 5.3 da Tese.



 <p><b>Biotechnologia em O Incrível Hulk</b></p> 	 <p><b>Biotechnologia em O Homem-Aranha</b></p> 
<b>G</b>	<b>H</b>
 <p><b>Teste Genético</b></p> 	 <p><b>Coelha Alba: O Gene Verde</b></p> <p>Eduardo Kac, brasileiro, foi um dos pioneiros do movimento, com ações inovadoras. Em 1997, fez a implantação televisionada de um microchip identificador de "animal doméstico" em seu próprio corpo para chamar a atenção para as questões éticas da era digital [logo após ser escaneado, foi cadastrado nas duas condições: dono e animal doméstico]; em 2000, criou a coelha Alba, animal geneticamente modificado que apresenta fluorescência quando exposta à determinada cor, por incluir em um animal sem pigmentação na pele, genes de outro animal [medusa Aequorea victoria] objetivando levantar questões éticas da experimentação genética no meio artístico.</p>  <p>EDUARDO KAC Alba, the Bioluminescent Bunny Photo: Chrystelle Fontaine</p>
<b>I</b>	<b>J</b>

Os slides A, D, E, F, G e H contêm cenas recortadas dos filmes. Algumas cenas e seus respectivos conteúdos e tempo de duração (recorte trabalhado) estão no Quadro 5.5 da Tese.

## Casos Investigativos



### **Caso 1: Acidente de Fukushima relacionando aos conceitos de radiação, mutação, câncer e hereditariedade**



**Contexto:** De acordo com notícia publicada no UOL, um terremoto de 8,8 graus de magnitude, seguido de um tsunami, devastou em 11 de março de 2011 cidades da costa leste do Japão, deixando um cenário de destruição na região e provocando uma crise nuclear sem precedentes na história do país asiático. A destruição foi considerada uma das piores desde o incidente em Chernobyl, em 1986, cujas consequências são sentidas até os dias de hoje, passados três anos da tragédia em Fukushima. Uma explosão destruiu parte do teto de um reator, em decorrência de uma falha no sistema de refrigeração. Nos dias seguintes, os outros reatores também apresentaram problemas. O acidente provocou evacuação da área, retirando mais de 300.000 pessoas da região, além de afetar a agricultura e pesca da região e mais de 18,5 mil pessoas morreram por causa do terremoto seguido do tsunami. Uma notícia publicada pela Universidade de Stanford em julho de 2012 aponta que a radiação emitida a partir do desastre pode eventualmente causar 130 mortes e 180 casos de câncer. Marcos Felipe da Silva, 45 anos, é um brasileiro que trabalhava operando um dos reatores da usina nuclear de Fukushima na época do acidente. Após a evacuação, ele retornou ao Brasil e recentemente foi diagnosticado com câncer de próstata e está realizando tratamento especificado pelo seu médico. Sua esposa está no 6º mês de gestação e o casal está preocupado se o câncer de Marcos tem relação com a exposição à radiação a que ele foi submetido em 2011 e se o bebê tem riscos de desenvolver o mesmo tipo de câncer no futuro.

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2011/03/11/apos-maior-terremoto-do-japao-tsunami-devasta-parte-do-nordeste-do-pais-mortos-passam-de-300.htm>

#### **Situação-Problema:**

- a) Que evidências científicas podem ser estabelecidas entre o surgimento do câncer de próstata em Marcos e o acidente sofrido em Fukushima?

---

---

---

- b) Que razões o casal tem para se preocupar com a saúde do filho que está por nascer?

---

---

---



## **Caso 2: Estudo investiga relação entre genética de pacientes e avanço de sintomas da AIDS (Fiocruz, 2014)**



**Contexto:** Por que alguns brasileiros infectados pelo HIV não apresentam sintomas de AIDS mesmo após dez anos sem tratamento, enquanto outras adoecem rapidamente? A resposta para esta pergunta pode ser a chave para a cura da doença. Entre as possíveis explicações investigadas pelos cientistas estão as diferenças genéticas entre os indivíduos, em especial aquelas que acontecem em uma região altamente variável do DNA. Os aspectos genéticos dependem muito da população em que estão inseridos. Há genes associados à proteção contra a AIDS em caucasianos que não apresentam este mesmo efeito em estudos realizados na África. Especificamente no caso do Brasil, a população é muito mais miscigenada do que em outros países, por isso é importante realizar a análise no nosso contexto. Como os genes definem a produção de moléculas que atuam na resposta imunológica, é possível relacionar a genética do indivíduo ao desfecho da doença e esta sinalização certa poderia ser o ponto de partida para a produção de uma vacina ou de um novo medicamento contra a AIDS.

Fonte: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/estudo-investiga-relacao-entre-genetica-de-pacientes-e-avanco-de-sintomas-da-aids>

### **Situação-Problema:**

a) Que questões podem ser levantadas na sociedade a partir dessa descoberta?

---

---

---

---

b) Que benefícios vocês veem com a publicação dessa descoberta feita, em 2014, pela FIOCRUZ?

---

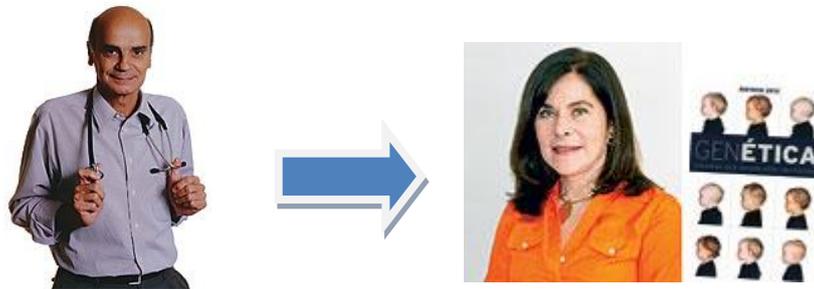
---

---

---



**Caso 3: AVANÇOS DA GENÉTICA - Entrevista do Dr. Dráuzio Varela com a Dr<sup>a</sup> Mayana Zatz (professora de genética humana e médica da USP)**



**Dráuzio – Você poderia explicar a diferença entre doença genética e doença hereditária?**

**Mayana Zatz** - É importante que as pessoas compreendam que doença genética não é sinônimo de doença hereditária. Doença genética é todo e qualquer distúrbio que afete nosso material genético. Portanto, qualquer doença não infecciosa, não contagiosa que afete o material genético, em maior ou menor escala, é uma doença genética. Câncer, por exemplo, é uma doença genética, assim como hipertensão, diabetes e obesidade.

Algumas características genéticas dependem não só dos genes, mas também de ambiente favorável para manifestar-se. Outras, como as hereditárias, dependem só dos genes. No primeiro caso, enquadra-se a hipertensão. No segundo, o grupo sanguíneo que não se altera com o estilo de vida ou no ambiente em que a pessoa está inserida.

Fonte: <https://drauziovarella.com.br/entrevistas-2/projeto-genoma/>

**Situação-Problema:**

a) Daqui a 10 anos, todas as empresas exigirão testes genéticos para a admissão de seus funcionários, inclusive em serviços públicos. Como vocês veem isso?

---

---

---

---

b) O que vocês entendem como ambiente favorável a mutações genéticas?

---

---

---

---



#### **Caso 4: Com receio de Câncer, Angelina Jolie faz cirurgia para retirar os seios (14/05/2013)**



**Contexto:** "Minha mãe lutou contra o câncer por quase uma década e morreu aos 56", diz a atriz. "Ela viveu o suficiente para conhecer seus primeiros netos e segurá-los nos braços. Mas minhas outras crianças nunca terão a chance de conhecê-la e sentir quão amável e graciosa ela era", afirma.

Angelina, de 37 anos, diz que descobriu ter um "defeito" no gene chamado BRCA1. Os médicos disseram que ela tinha 87% de chances de desenvolver um câncer de mama, e 50% de ter um câncer no ovário.

"Quando soube que essa era minha realidade, decidi ser pró-ativa e minimizar o risco o quanto podia. Tomei a decisão de fazer uma dupla mastectomia preventiva (cirurgia para a retirada dos dois seios). A atriz diz no artigo que passou por cirurgias num intervalo de três meses. "Eu queria escrever isso para contar a outras mulheres que a decisão de fazer uma mastectomia não foi fácil. Mas estou muito feliz de tê-la tomado", diz Angelina. "Minhas chances de desenvolver câncer de mama caíram de 87% para 5%. Posso dizer a meus filhos que eles não precisam ter medo de me perder para o câncer de mama", afirma.

Fonte: <http://g1.globo.com/pop-arte/cinema/noticia/2013/05/com-receio-de-cancer-angelina-jolie-retira-os-seios.html>

#### **Situação-Problema:**

- a) Vocês acham que a possibilidade de descobrir precocemente um problema genético sempre traz benefícios?

---

---

---

---

- b) Se o SUS (Sistema Único de Saúde) fizesse testes genéticos gratuitos, que mudanças na saúde pública poderiam ocorrer?

---

---

---

---



## Caso 5: Alimentos Transgênicos



### MAÇÃ TRANSGÊNICA, QUEM PRECISA?

Cientistas desenvolveram uma maçã transgênica que não escurece depois de aberta.

### BANANA TRANSGÊNICA, QUEM PRECISA?

Banana transgênica pode ajudar a combater deficiência de vitamina A em Uganda.

Cientistas de Uganda desenvolveram uma banana transgênica com teor de vitamina A até seis vezes maior do que a quantidade deste nutriente presente em frutas convencionais. Esta característica foi conseguida por meio da inserção de dois genes de uma espécie vegetal chamada narciso e um gene de um microrganismo. A mesma técnica já foi utilizada para produzir vitamina A em plantas de arroz. Ele diz que 52% das crianças ugandenses abaixo dos cinco anos de idade sofrem com a deficiência de vitamina A, o que pode levar a várias doenças, incluindo o nanismo. Outra linha de pesquisa de Kiggundu tem como objetivo, também por meio da engenharia genética, encontrar uma forma de diminuir o número de mortes causadas por anemia, doença muito comum em países com altos índices de deficiência de ferro na população. A anemia é responsável por 40% das mortes de crianças e 30% dos abortos espontâneos na Uganda. (31/08/2012 <http://cib.org.br/em-dia-com-a-ciencia/noticias/banana-transgenica-pode-ajudar-a-combater-deficiencia-de-vitamina-a-em-uganda-2/>)

Fonte: Fonte: O Globo, 17/07/2012 <http://pratoslimpos.org.br/?p=4450>

- a) Que diferenças vocês apontam entre a biotecnologia realizada na criação da maçã transgênica e da banana transgênica citadas nessas reportagens?

---

---

---

- b) Vocês acham que os transgênicos podem trazer implicações à saúde e ao ambiente? Expliquem:

---

---

---

**Apêndice F:** Instrumento utilizado na 2ª coleta de dados com participantes das oficinas (2014)

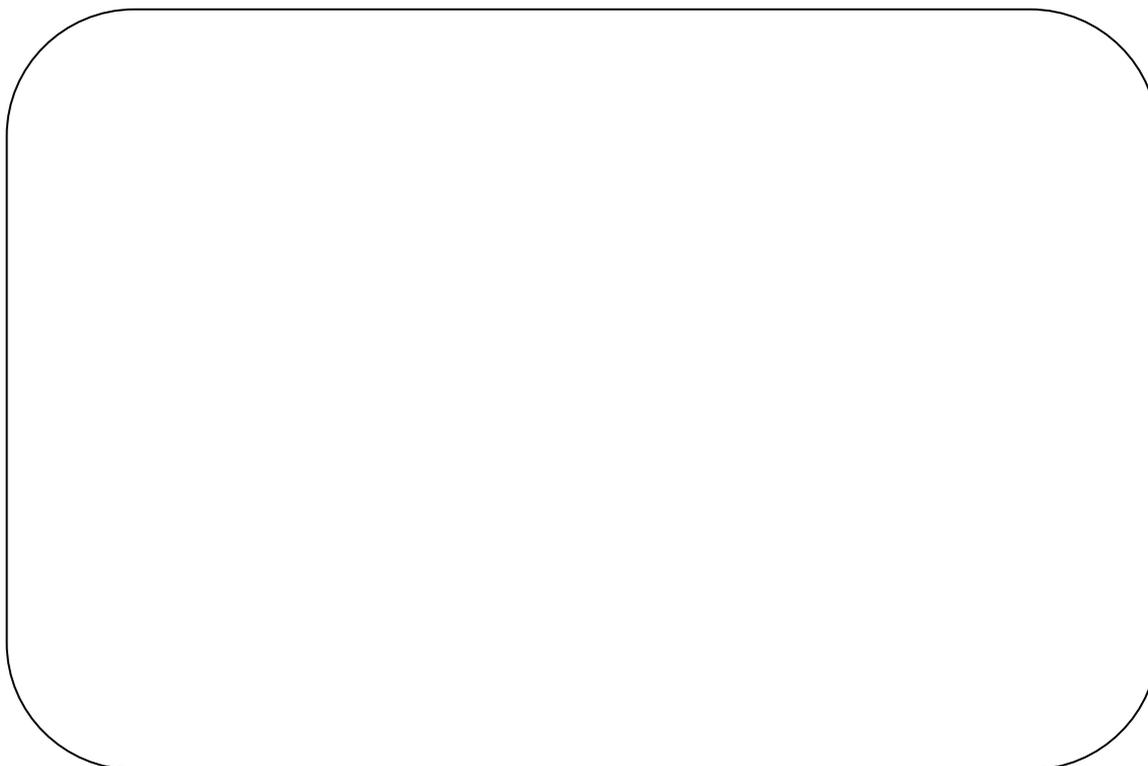


Fundação Oswaldo Cruz  
Ensino em Biociências e Saúde  
Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos  
Doutoranda: Juliana Macedo Lacerda Nascimento  
Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Rosane Moreira Silva de Meirelles

**Questionário aos discentes 2014**

**Dados pessoais:** Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ) F ( ) Turma: \_\_\_\_\_

- 1) **Faça um Mapa de Conceitos relacionando o que você lembra sobre os assuntos que foram abordados nas oficinas didáticas cujo tema central foi “Genoma”:**



- 2) **Como você avalia em termos de aprendizado a atividade de hoje?**



( )

( )

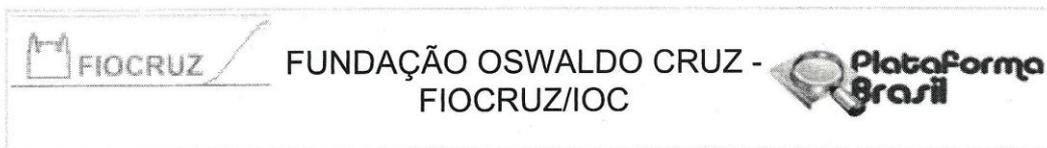
( )





## ANEXOS

### Anexo A: Aprovação da Pesquisa pelo Comitê de Ética da Fiocruz.



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma, evolução e biotecnologia em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro.

**Pesquisador:** Juliana Macedo Lacerda Nascimento

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 14601013.2.0000.5248

**Instituição Proponente:** Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 371.703

**Data da Relatoria:** 26/08/2013

##### Apresentação do Projeto:

O projeto objetiva investigar como filmes de ficção científica que abordam o conceito de genoma podem ser utilizados no contexto da educação pública em diferentes áreas do Estado do Rio de Janeiro, visando contribuir para a aprendizagem significativa científica desse conceito e das interfaces que estabelece com biociências e saúde. O estudo envolve entrevistas semi-estruturadas e representações gráficas de discentes do 1º e 3º Anos do Ensino Médio e entrevistas com os professores de Ciências e Biologia dos Anos letivos referidos. As duas séries foram escolhidas pela necessidade da inserção de tópicos sobre o genoma e sua relação com biotecnologia e saúde no currículo do Ensino Médio. Serão assistidas quatro escolas públicas localizadas em três municípios no Estado do Rio de Janeiro: Duque de Caxias (uma escola no bairro Pantanal e outra escola no bairro 25 de Agosto), uma escola na Comunidade do Cruzeiro (Penha, Rio de Janeiro) e uma escola em São Gonçalo (bairro Sacramento). A seleção das quatro escolas está embasada no resultado do último IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Brasileira), em 2011, sendo apresentado como os piores no ranking da educação nesses municípios.

O estudo visa analisar: (1) as concepções dos alunos sobre o genoma e a fonte de informação que

**Endereço:** Av. Brasil 4036, Sala 705 (Expansão)  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.040-360  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

embasa suas concepções; (2) como o tema é abordado pelos professores de Ciências e Biologia e qual o acesso às mídias nas escolas; (3) com que frequência e como os professores utilizam filmes de ficção científica como recurso didático nas aulas de Biociências; (4) como filmes de ficção científica podem ser trabalhados com os alunos, favorecendo a aprendizagem significativa do conceito de genoma e suas interfaces com temas tradicionais do ensino, biotecnologia e saúde.

O projeto pretende estabelecer uma sequência de atividades práticas em oficinas utilizando filmes de ficção científica que retratem o tema genoma e materiais didáticos que levem os alunos de áreas carentes a discutirem no ambiente escolar, avanços científicos e hábitos para a promoção da saúde que estão diretamente relacionados a este tema.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### **Primário:**

Investigar possibilidades e potencialidades da utilização de filmes de ficção científica como estratégias pedagógicas para o ensino do genoma, evolução e biotecnologia, na perspectiva da mitigação das distâncias entre o conhecimento popular, escolar e científico em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro.

##### **Secundários:**

1. Investigar os conhecimentos de alunos sobre o genoma e as interfaces que estabelece com biociências, evolução e biotecnologia, bem como a fonte de informação que embasa estes conhecimentos prévios;
2. Investigar a frequência e as estratégias utilizadas pelos professores de Biociências das turmas correspondentes para a abordagem do tema genoma e suas interfaces com temas tradicionais do ensino, inclusive quanto a utilização de filmes de ficção científica no processo pedagógico;
3. Realizar um levantamento de filmes de ficção científica que são utilizados pelos professores e inseri-los num levantamento mais amplo de possibilidades a serem exploradas em aulas de Ciências e Biologia;
4. Idealizar, estruturar e implementar oficinas que empreguem os filmes e materiais didáticos de apoio no contexto de algumas escolas pesquisadas;
5. Analisar o uso de filmes de ficção científica como educativo para o ensino do genoma, evolução e biotecnologia, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

**Endereço:** Av. Brasil 4036, Sala 705 (Expansão)  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.040-360  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

Continuação do Parecer: 371.703

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:****Riscos:**

Segundo a pesquisadora responsável, a pesquisa não apresenta riscos para os participantes.

**Benefícios:**

O estudo poderá contribuir para diminuir as diferenças e distâncias entre o conhecimento comum, escolar e a cultura científica, possibilitando a elevação do nível do ensino sobre problemas humanos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem fundamentado e apresenta clareza em relação aos objetivos e procedimentos metodológicos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram incluídos: folha de rosto, Termos de Compromisso Institucional, TCLE para os professores e pais de alunos, projeto de pesquisa, questionário dos docentes, questionários dos discentes e orçamento. O projeto foi programado para ser iniciado em agosto de 2013.

**Recomendações:**

Quando aplicar o TCLE rubricar todas as páginas.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A pesquisadora responsável respondeu todas as pendências indicadas pelo CEP Fiocruz/IOC, a saber: Incluiu os modelos dos questionários para alunos e professores; os Termos de Compromisso de todas as escolas onde a pesquisa será realizada; incluiu o endereço completo do CEP-Fiocruz/IOC no rodapé do TCLE (professores e pais dos alunos).

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

De acordo com a Resolução CNS 466/12, após análise das respostas enviadas pela pesquisadora responsável recomendo que o Projeto seja APROVADO pelo CEP FIOCRUZ/IOC.

A apresentação dos relatórios parciais (anuais) e relatório final do projeto de pesquisa é

**Endereço:** Av. Brasil 4036, Sala 705 (Expansão)

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.040-360

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3882-9011

**Fax:** (21)2561-4815

**E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br



FIOCRUZ

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ -  
FIOCRUZ/IOC



Plataforma  
Brasil

Continuação do Parecer: 371.703

responsabilidade indelegável do pesquisador principal.

Qualquer modificação ou emenda ao projeto de pesquisa em pauta deve ser submetida à apreciação do CEP Fiocruz/IOC.

RIO DE JANEIRO, 26 de Agosto de 2013

*José Henrique da Silva Pilotto*

Assinador por:

**José Henrique da Silva Pilotto**  
(Coordenador)

**Endereço:** Av. Brasil 4036, Sala 705 (Expansão)

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.040-360

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3882-9011

**Fax:** (21)2561-4815

**E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

**Anexo B: Termo de Aprovação das Escolas**

Escola A



Rio de Janeiro, 05 de Junho de 2013.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa

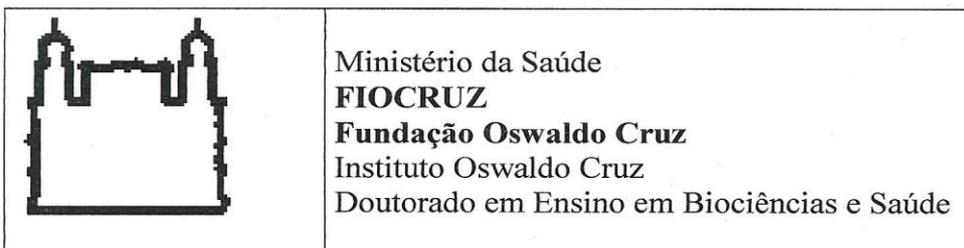
### **Termo de Compromisso Institucional**

A Diretoria da escola [REDACTED] declara estar ciente que a aluna de doutorado Juliana Macedo Lacerda Nascimento irá desenvolver, nessa instituição, o projeto intitulado **“Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma, biotecnologia e saúde em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro”** vinculado a Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino de Biociências e Saúde (FIOCRUZ). A Instituição tem totais condições para o desenvolvimento do referido projeto, que será orientado pela *Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles* que aceitou as responsabilidades de sua condução científica. Conhecemos e cumpriremos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares autorizando a sua execução.

Atenciosamente,

[REDACTED]

Escola B



Rio de Janeiro, 20 de junho de 2013.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa

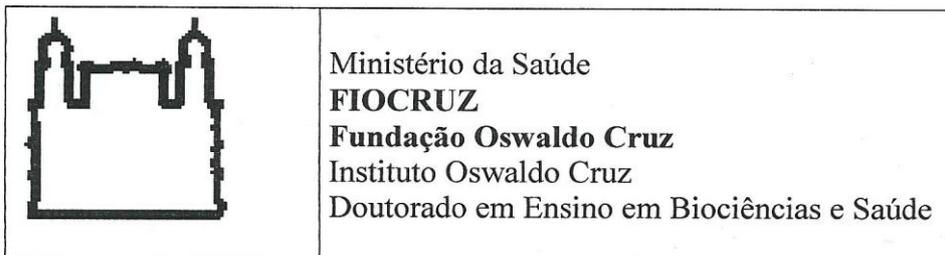
## Termo de Compromisso Institucional

A Diretoria da escola [REDACTED] declara estar ciente que a aluna de doutorado Juliana Macedo Lacerda Nascimento irá desenvolver, nessa instituição, o projeto intitulado **“Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma, biotecnologia e saúde em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro”** vinculado a Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino de Biociências e Saúde (FIOCRUZ). A Instituição tem totais condições para o desenvolvimento do referido projeto, que será orientado pela *Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles* que aceitou as responsabilidades de sua condução científica. Conhecemos e cumprimos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares autorizando a sua execução.

Atenciosamente,

[REDACTED]

Escola C



Rio de Janeiro, 24 de julho de 2013.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa

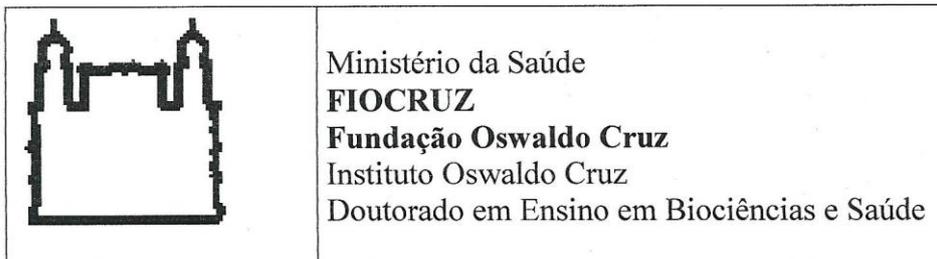
## Termo de Compromisso Institucional

A Diretoria da escola [REDACTED] estar ciente que a aluna de doutorado Juliana Macedo Lacerda Nascimento irá desenvolver, nessa instituição, o projeto intitulado **“Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma, biotecnologia e saúde em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro”** vinculado a Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino de Biociências e Saúde (FIOCRUZ). A Instituição tem totais condições para o desenvolvimento do referido projeto, que será orientado pela *Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles* que aceitou as responsabilidades de sua condução científica. Conhecemos e cumpriremos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares autorizando a sua execução.

Atenciosamente,

[REDACTED]

Escola D



Rio de Janeiro, 02 de Agosto de 2013.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa

## Termo de Compromisso Institucional

A Diretoria da escola [REDACTED] declara estar ciente que a aluna de doutorado Juliana Macedo Lacerda Nascimento irá desenvolver, nessa instituição, o projeto intitulado **“Filmes de ficção científica: potencialidades e possibilidades de uso como recurso no ensino do genoma, biotecnologia e saúde em áreas carentes do Estado do Rio de Janeiro”** vinculado a Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino de Biociências e Saúde (FIOCRUZ). A Instituição tem totais condições para o desenvolvimento do referido projeto, que será orientado pela *Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles* que aceitou as responsabilidades de sua condução científica. Conhecemos e cumprimos os requisitos da Res. CNS 196/96 e suas complementares autorizando a sua execução.

Atenciosamente,

[REDACTED]