INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – PROPEC

Campus Nilópolis

Michele Borges Rua

DE MÍSTICA A MENDEL: unindo a ficção científica à genética por meio da Oficina Genetikar

Nilópolis – RJ

2018

Michele Borges Rua

DE MÍSTICA A MENDEL: unindo a ficção científica à genética por meio da Oficina Genetikar

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ensino de Ciências do IFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em ensino de ciências.

Orientadora: Profª. Drª. Giselle Rôças

Nilópolis – RJ

2018

À minha mãe, que investiu na minha educação, é minha amiga e inspiração.

À minha avó Isaura, que cuidou de mim, ensinou valores e apoiou em todas as decisões.

AGRADECIMENTOS

À Giselle Rôças, por toda paciência, orientação e confiança. Muito obrigada por vibrar comigo a cada conquista e por ter me corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

À Valéria Vieira, pelo convite para participar da Oficina Genetikar. Obrigada pela confiança e generosidade.

À Denise Figueira-Oliveira, por todo o apoio a esta pesquisa, indicação de leituras e conversas sobre filmes.

Aos monitores da Oficina Genetikar, Matheus e Thiago, pela dedicação a este trabalho.

Aos alunos colaboradores desta pesquisa, por terem aceitado o convite a Genetikar e por terem tornado tudo mais divertido. Vocês me fazem acreditar que vale a pena ser professora.

Aos membros da banca examinadora, Profª. Verônica Velloso e Profº. Luiz Rezende, que gentilmente aceitaram colaborar com este trabalho.

Aos professores do PROPEC, cujos ensinamentos me provocaram, fizeram refletir e permitiram conduzir este trabalho.

Ao Grupo de Pesquisas CAFE, do qual me orgulho em fazer parte, pelo acolhimento, pelas leituras e debates instigantes e por todo apoio dado a esta pesquisa.

Aos meus colegas das turmas de MP e MA de 2016, pelas trocas de conhecimento. Agradeço especialmente à Leandra pelas caronas, cafés e parceria.

Ao meu amado marido Gilmar, pelo companheirismo, apoio incondicional e incentivo. Obrigada pela parceria nesta caminhada e por não me deixar cair.

Ao Jasper Design, por aceitar produzir a parte gráfica do produto educacional desta pesquisa e pelo carinho que teve com o trabalho.

À Karenzinha, pela ajuda com os textos em inglês e, principalmente, pela amizade.

Ao meu irmão, padrasto, primos, tios e amigos por compreenderem minhas ausências e por sempre torcerem por mim.

RUA, M. B. DE MÍSTICA A MENDEL: unindo a ficção científica à genética por meio da Oficina Genetikar. 127f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2018.

RESUMO

Os conteúdos de genética são fundamentais para a formação do cidadão por fazerem parte de discussões científicas contemporâneas. Entretanto, há estudos que confirmam e confrontam as dificuldades acerca da compreensão de conteúdos de genética, associados a alguns fatores, tais como: o caráter abstrato, a organização do currículo e o método tradicional de ensino. Levando em consideração este cenário, buscamos, nesta pesquisa, responder o seguinte questionamento: como tornar o aprendizado de conteúdos genéticos mais atrativo e contextualizado para alunos de uma turma de ensino médio de uma instituição de ensino médio técnico? Buscamos, unindo ciência e arte, por meio da exibição de filmes e séries de ficção científica e realização de experimentos, responder ao questionamento. As metodologias adotadas para a execução desse estudo foram: pesquisa participante, com coleta de dados por meio de observação; registro fotográfico e utilização de diário de bordo. Em seguida, realizamos a análise qualitativa dos dados obtidos. Para alcançar o objetivo de investigar as vivências de uma oficina de genética para alunos de uma turma de ensino médio técnico, localizada na Baixada Fluminense, foi realizada a Oficina Genetikar, que levantou debates sobre assuntos genéticos importantes e controversos que fazem parte das discussões científicas contemporâneas. Para apresentar a oficina, trouxemos a mutante Mística, personagem cinematográfica e o pesquisador Gregor Mendel, representando a relação entre Ciência e Arte. Foram exibidos trechos dos filmes Gattaca: experiência genética, X-Men: apocalipse, *Jurassic World*, Planeta dos Macacos: a origem e A Mosca. Também foram utilizados trechos das séries: Arquivo X, Dr. House e *Black Mirror*. Além disso, também foram reproduzidos alguns experimentos no laboratório de ciências, como a observação de cromossomos politêmicos, a prática das cores, extração de DNA vegetal e animal, e uma eletroforese. Como resultado dessas atividades, observamos o envolvimento dos alunos, analisando os filmes criticamente e relacionando-os com as experimentações realizadas e com os conteúdos de genética vistos previamente em sala de aula. Observamos alunos amadurecidos nos debates, se interessando pelas atividades e produzindo material de qualidade para a avaliação no último encontro da Oficina Genetikar, que nos mostrou muito de ciência e arte por meio de vídeos, paródias, desenhos, maquetes e jogos. Trazemos ainda, como produto educacional desta dissertação, a revista Genetikar, criada a partir de nossa experiência com a oficina.

Palavras-chave: Ciência e Arte. Ensino de Genética. Filmes de ficção científica. Experimentação. Oficina de genética.

RUA, M. B. DE MÍSTICA A MENDEL: unindo a ficção científica à genética por meio da Oficina Genetikar. 127f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2018.

ABSTRACT

Genetics education is essential to citizen formation, as Genetics is included in great part of contemporary scientific discussions. However, there are studies that confirm and explore the barriers to the comprehension of Genetics contents due to the great abstraction that the learning of Genetics involves, the curriculum organization, the traditional teaching method, among other factors. Considering such a scenario, the following question is intended to be answered in the present research: How to transform Genetics education into a more appealing and more contextualized experience for high school students who go to a Technical High School? Through the fusion of Science and Art, an attempt to answering this question takes place with movie and Science Fiction sitcom sessions, and with the carrying out of experiments. The methodologies adopted in this study include: participant observation, photographic records, and the use of a logbook; the data collected underwent a qualitative analysis. In order to attain the goal of investigating the experiences of a Genetics workshop for Technical High School students in Baixada Fluminense, Genetikar workshop, the educational product of this research, was set up and became a space of debate on crucial and controversial Genetics topics that are part of contemporary scientific discussions. At the workshop's presentation, the mutant Mystique from the X-men movie franchise and researcher Gregor Mendel represents Science and Art. During this presentation, parts of the following movies were shown: Gattaca, X-men: Apocalypse, Jurassic World, Rise of the Planet of the Apes, and The Fly; as well as parts of the following sitcoms: The X-files, Dr. House and Black Mirror. Experiments were also conducted in the presentation at the Science laboratory, such as: the observing of Polytene Chromosomes, color experiments, the extraction of animal and vegetal DNA, as well as the performance of an electrophoresis experiment. As a result of the aforementioned activities, the spiked interest of students has been observed as they critically analyzed the films, connecting them to the experiments performed and to the Genetics contents presented in the classroom. We have observed students' matured debating skills, and their commitment to excellence in the making of material for the last meeting at the Genetikar worshop, including videos, parodies, drawings, models and games that featured Science and Art.

Key words: Science and Art. Genetics Education. Science Fiction Movies. Experimentation. Genetics workshop.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Capa da Revista Oficina Genetikar.	44
Figura 3.2	Exibição do filme GATTACA: experiência genética.	55
Figura 3.3	Cena do filme GATTACA: experiência genética (1997), mostrando escadaria com estrutura similar ao DNA.	56
Figura 3.4	Alunos prontos para iniciar a atividade inspirada na Técnica da Controvérsia Controlada, representando os respectivos atores sociais de debate: religiosa, cidadão comum, professor, cientista e empresário.	61
Figura 3.5	Alunos após a atividade de debate.	69
Figura 3.6	Após assistirem trechos de Dr. House e *Black Mirror*, os alunos discutem sobre as questões éticas apresentadas nas séries.	72
Figura 3.7	Alunos participam de jogo criado pelo grupo um.	74
Figura 3.8	Jogo criado pelo grupo dois.	75
Figura 4.9	Teste da experimentação de eletroforese.	87
Figura 4.10	Foto de cromossomos politênicos da glândula salivar de *Drosophila melanogaster*.	88
Figura 4.11A	Materiais utilizados na observação do cromossomo politênico (lâminas, roteiro e microscópio).	89
Figura 4.11B	Aluno observa cromossomo politênico e identifica a região conhecida como *puff*.	89
Figura 4.12	Experimentação prática das cores mostrando respectivamente as representações da dominância completa, dominância incompleta e codominância.	90
Figura 4.13	Facilitador mostra para os alunos mistura que representa dominância incompleta.	91
Figura 4.14A	Facilitador prepara experimentação para extração de DNA vegetal enquanto alunos observam.	93
Figura 4.14B	Facilitador mostra formação de filamentos de DNA vegetal enquanto alunos observam.	93
Figura 4.14C	Alunos observam filamentos de DNA vegetal no microscópio	93

óptico.
Figura 4.14D Alunos no laboratório de biologia ao lado de experimentação de extração de DNA animal. 93
Figura 4.15 Eletroforese improvisada utilizando uma Placa de Petri como cuba, gel de agarose, dois clipes de papel como polos negativo e positivo e uma fonte de energia. 94
Figura 4.16A Com uma pipeta eletrônica, coletou-se 1ml da amostra de DNA de coral sol. 95
Figura 4.16B A amostra de DNA foi misturada com o corante. 95
Figura 4.16C A mistura de DNA e corante é aplicada no gel de agarose. 95
Figura 4.17A Aluno fotografa experimentação enquanto professora regente ajusta a fonte elétrica em 13V. 96
Figura 4.17B Experimentação eletroforese logo após aplicação do DNA. 96
Figura 4.18A Visão geral do final da experimentação de eletroforese. 97
Figura 4.18B Na região da Placa de Petri onde há dois pontos azuis foram aplicadas a amostra de DNA com corante, os pontos amarelos são a caminhada da amostra. 97
Figura 4.19A A amostra de DNA possui carga negativa e foi aplicada no polo negativo, caminhando então para o polo positivo. 97
Figura 4.19B Houve oxidação do clipe de papel e queima do gel de agarose próximo ao polo positivo devido a carga que foi submetida. 97
Figura 4.20 Maquete da experimentação de eletroforese apresentada por alunos no quinto encontro da Oficina Genetikar. 98

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Informações sobre a Oficina Genetikar.	26
Quadro 2.2	Planeta dos Macacos: a origem – minutagem.	29
Quadro 2.3	*Jurassic World* – minutagem.	30
Quadro 2.4	Arquivo X: Jogo de gato e rato – Minutagem.	31
Quadro 2.5	*X-Men*: Apocalipse – Minutagem.	32
Quadro 2.6	A Mosca – minutagem.	33
Quadro 2.7	Questões geradoras sobre transgênicos.	34
Quadro 2.8	Experimentação um: observação de cromossomo politênico.	35
Quadro 2.9	Experimentação dois: prática das cores.	36
Quadro 2.10	Primeira questão para discussão.	37
Quadro 2.11	Experimentação três: extração de DNA vegetal e animal.	37
Quadro 2.12	*Dr. House*: com ou sem bengala – minutagem	39
Quadro 2.13	*Black Mirror*: engenharia reversa – minutagem.	39
Quadro 2.14	Perguntas geradoras de debate.	40
Quadro 2.15	Experimentação quatro: Eletroforese.	41
Quadro 3.16	Debate após exibição do filme.	56
Quadro 3.17	Debate após exibição do filme.	57
Quadro 3.18	Debate após exibição do filme.	58
Quadro 3.19	Debate após exibição do filme.	59
Quadro 3.20	Debate após exibição do filme.	59
Quadro 3.21	Pergunta da religiosa para o cientista.	64
Quadro 3.22	Pergunta do professor de ciências para a religiosa.	64
Quadro 3.23	Pergunta do cidadão comum para o empresário.	66

Quadro 3.24 Pergunta do cientista para o cidadão comum. 66

Quadro 3.25 Pergunta do empresário para o professor. 67

Quadro 4.26 Questão para debate. 91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PROPEC	Programa de Pós-Graduação de Mestrado *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
ETFQ-RJ	Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro
CAM	Controle Ambiental
EMT	Ensino Médio Técnico
LAMLEC	Laboratório de Materiais Lúdicos para o Ensino de Ciências
PNLD	Programa Nacional de Livros Didáticos
SEMATEC	Semana da Tecnologia
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CAFE	Ciência, Arte, Formação e Ensino
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ONG	Organização Não Governamental
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sumário

1 **INTRODUÇÃO** 14
1.1 METODOLOGIA E COLABORADORES DESTA PESQUISA 17
1.2 ORGANIZAÇÃO DESTA PESQUISA 19
2 **OFICINA GENETIKAR: A NARRATIVA DE ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL** 21
2.1 ONDE? E COM QUEM? 21
2.2 COMO? PASSO A PASSO DA OFICINA 23
2.3 AS ETAPAS DA OFICINA GENETIKAR 26
2.4 DE MÍSTICA A MENDEL 42
2.5 REVISTA DIGITAL DA OFICINA GENETIKAR 44
3 **DA ARTE A CIÊNCIA: APROXIMAÇÃO ENTRE A FICÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE GENÉTICA** 48
3.1 OS FILMES E O ENSINO DE CIÊNCIAS 50
3.2 PERCURSO METODOLÓGICO 54
3.3 ALGUNS ACHADOS E DISCUSSÃO DA OFICINA GENETIKAR 55
3.4 LIMITES E ALCANCES DA OFICINA GENETIKAR 77
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 79
4 **EXPERIMENTANDO EXPERIMENTAR: O ENSINO DE GENÉTICA MEDIADO PELA EXPERIMENTAÇÃO** 82
4.1 OS EXPERIMENTOS E O ENSINO DE CIÊNCIAS 84
4.2 PERCURSO METODOLÓGICO 86
4.3 OUTROS ACHADOS DA OFICINA GENETIKAR: AGORA FOI A VEZ DO LABORATÓRIO DE BIOLOGIA 87
4.4 LIMITES E ALCANCES NO LABORATÓRIO DE BIOLOGIA 98
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 100
5 **DE MÍSTICA A MENDEL: UMA REFLEXÃO SOBRE A OFICINA GENETIKAR** 103
6 **CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO E DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA** 106
REFERÊNCIAS 110
APÊNDICES 120

APRESENTAÇÃO

Quando acordei hoje de manhã, eu sabia quem eu era, mas acho que já mudei muitas vezes desde então.

Lewis Caroll, Alice no País das Maravilhas.

Entendendo que a identidade profissional de uma pessoa é um processo de construção histórica, peço que me acompanhem a uma viagem no tempo onde os apresentarei algumas memórias que me trouxeram a este momento e me tornaram esta pessoa.

A ciência sempre me seduziu. Quando eu era criança, brincava de cientista e descobria novas espécies de plantas e animais. Para desespero de minha mãe, tive alguns animais de estimação bem exóticos, como lagartas, baratas, minhocas, lagostas, rãs e ratos. Houve uma época em que os dinossauros me encantavam: eu e meu irmão possuíamos uma grande coleção, com várias espécies diferentes. Em nossas brincadeiras, inspirados pelo filme *Jurassic Park* (1993), imaginávamos que os dinossauros conviviam com os seres humanos e que podíamos ter um Braquiossauro em nosso quintal.

O cinema também esteve muito presente em minha vida desde cedo. Além de desenhos animados – onde conheci e passei a amar os super-heróis -, assisti filmes como *Star Wars*, Tubarão, Os Caça Fantasmas, *Alien*, *E.T.*, *Karatê Kid*, *Mad Max*; além da série Arquivo X, que me deixava curiosa e assustada.

Outra memória de infância era brincar de professora. Mais uma vez acompanhada de meu irmão, que sempre foi meu aluno mais paciente, eu inventava trabalhos e imaginava que *Barbies* e *Power Rangers* eram seus colegas. Nessa época eu adorava minhas professoras, que eram minha inspiração e sempre estimularam minha curiosidade pela ciência.

Com o girar da roda do tempo, meu encantamento com a ciência apenas aumentou. Tive bons professores da disciplina, que até hoje me inspiram. As memórias mais marcantes ligadas à ciência no ensino fundamental foram todas em laboratório, as boas e as ruins.

Lembro que era responsável por cuidar do minhocário e da cobra cega que morava junto com as minhocas! Lembro-me da vez em que meu professor de ciências - que se parecia muito com o estereótipo atribuído aos cientistas em alguns estudos (DE MEIS *et al.*, 1993) - resolveu levar minha turma para o laboratório e abrimos um gambá que havia aparecido morto no terreno da escola.

Minha trajetória para me tornar uma professora de ciências foi muito natural. Ingressei na graduação com a intenção de "dar uma chance" para a área de ensino e acabei me encontrando como professora. Nesse percurso, comecei a ter dificuldades com alguns assuntos abordados na biologia, como a genética, cuja aprendizagem foi um desafio para mim. A junção de conteúdos que pareciam abstratos demais com o ensino tradicional me tornaram uma aluna desmotivada e frustrada. Ainda na graduação, por meio das aulas de instrumentação e experiência com estágio, aprendi que o processo de ensino-aprendizagem em ciências pode se tornar mais prazeroso ao associar o lúdico (MESSEDER e RÔÇAS, 2009), e por que não a arte (OLIVEIRA, FIGUEIRA-OLIVEIRA e MEIRELLES, 2015), seja com a utilização de um filme, livro, peça de teatro, modelo didático ou animação. As artes humanizam!

Minha motivação para ingressar no Mestrado foi o interesse em continuar minha formação como professora de Ciências e Biologia. Em minha experiência profissional, como professora de profissão (TARDIF, 2014) do Ensino Fundamental e Médio, pude observar alunos tão desmotivados e frustrados com a genética como eu estive. Assim decidi aceitar o desafio de estudar a genética novamente, mas dessa vez de uma perspectiva diferente, entendendo que cabe à escola - como espaço de formação -, e a mim, como professora, propor mudanças para essa realidade, criando mecanismos para tornar o processo de ensino-aprendizagem de genética mais atrativo e estimulante.

A dissertação que vocês estão prestes a ler surgiu a partir de um projeto coletivo que envolve, além de mim - aluna do Mestrado Profissional -, duas professoras docentes do Programa de Pós Graduação de Mestrado Stricto Sensu em Ensino de Ciências (PROPEC) do IFRJ, uma Pós-doutoranda ligada ao PROPEC, um aluno de graduação bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e alunos do Ensino Médio Técnico em Controle Ambiental. Esta associação nos mostra a importância da verticalização do ensino nos Institutos Federais (BOMFIM e RÔÇAS, 2018).

Após o resgate dessas memórias, que possuem profunda relação com meu trabalho de dissertação unindo as imagens do passado às expectativas do presente, convido-os a Genetikar!

1 INTRODUÇÃO

Os conteúdos discutidos em genética integram um rol de conhecimentos que fazem parte do cotidiano da sociedade, uma vez que parte das discussões científicas são contemporâneas e controversas, tais como: clonagem, transgênicos e terapia gênica, entre outros. Sendo assim, é papel do professor fornecer elementos básicos que possibilitem ao aluno-cidadão participar de forma crítica dessas discussões, e não apenas transferir os conteúdos produzidos pelas ciências. Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), é necessário que a população tenha acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e que tenha condições de participar das decisões que venham atingir o meio em que vive, não se deixando manipular por fontes de informações que, em muitos casos, os tratam como receptores passivos. Krasilchik e Marandino (2007) afirmam que o ensino de ciências possui um papel fundamental na formação de um cidadão cientificamente alfabetizado, devendo este ser capaz de compreender conceitos científicos que o cercam.

Nas ciências em geral e no ensino de genética em particular, vários conceitos requerem grande abstração para serem entendidos, o que os torna difíceis para os alunos. Além da abstração necessária para a compreensão desses conteúdos, eles não estão organizados de maneira encadeada nos currículos (LEAL, RÔÇAS e BARBOSA, 2015; LEAL, 2017). Apesar de alguns tópicos serem essenciais para o ensino de conceitos de genética, nem sempre são organizados logicamente, gerando frustração e desmotivação em alguns casos. Soma-se a isso a forma com que esses conteúdos são ensinados, sobressaindo a transmissão de conhecimento, que requer do aluno a memorização mais do que o entendimento da lógica dos conteúdos (ROCHA e SOARES, 2005).

Vemos na relação entre Ciência e Arte um caminho para ultrapassar esses problemas encontrados no ensino tradicional da genética. Figueira-Oliveira *et al.* (2013, p. 2) defendem essa relação entre Ciência e Arte como “um princípio didático interdisciplinar e contextualizado para a melhoria do ensino de ciências e da formação de professores”. Ainda pensando na formação de professores, Figueira-Oliveira (2012) analisou as reflexões e experiências de professores pesquisadores que uniram Ciência e Arte em ambientes formais e não formais de ensino. Também como parte de sua pesquisa, promoveu um encontro denominado Prosa com Professores de Ciências (Prosa), onde foram debatidas as possibilidades dessa relação interdisciplinar entre a Ciência e a Arte para o Ensino de

Ciências. Os professores participantes do Prosa mostraram-se dispostos a investir na auto-formação e a repensar sua prática, sendo capazes de ver as relações entre Arte, Ciência e Ensino.

Araújo-Jorge (2004) defende essa associação entre a Ciência e a Arte como forma de popularização da Ciência. Para a autora, as trajetórias do artista e do cientista são concomitantes e complementares, sendo "duas mãos de uma mesma via, que só tendem a complementar nossa capacidade de descrever e compreender a natureza" (p. 46). Tendo em vista essa associação entre o artista e o cientista, apontamos a ciência e arte como um caminho para auxiliar nesse percurso, reconhecendo que existem outros caminhos como a divulgação científica e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), possibilidades nas quais a Ciência e Arte podem ser articuladas, entretanto reconhecendo que o recorte feito nessa dissertação é o uso da ficção científica e da experimentação para contextualizar e mediar o ensino de genética.

A fim de conectar os diferentes saberes de Ciência e Arte, contextualizando assim o ensino de temas genéticos, foi proposta a Oficina Genetikar, a partir da qual foi confeccionado o produto educacional dessa dissertação, validado e aplicado ao longo de 2017. Por meio da oficina, exibimos filmes e séries de ficção científica, realizamos experimentos e debates. Nos inspiramos no trabalho de pesquisa de Guedes e Moreira (2016), que utilizaram seriados de TV sobre perícia criminal e simulações de laboratório para ensinar genética.

Entendemos que contextualização é aproximar o aluno do conteúdo a ser ensinado a partir do cotidiano dele. Essa aproximação entre cotidiano e conteúdo desperta o interesse do aluno pelos conteúdos curriculares. O Ensino de Ciências não deve ser inacessível ou desconhecido pelos alunos, como uma atividade hermética destinada apenas a poucos eleitos ou iniciados, concepção muito difundida pela mídia (DECCACHE-MAIA *et al*., 2010). É preciso demonstrar que os cientistas são pessoas comuns e que a ciência sai da sociedade, a partir do cotidiano das pessoas, e é feita para retornar a ela.

Partindo do pressuposto de que a Ciência e a Arte são concomitantes e complementares (ARAUJO-JORGE, 2004), trazemos nesta oficina dois personagens que conduzem os alunos no aprendizado da genética. Unimos a Ciência e a Arte, representadas pela personagem Mística e pelo cientista Mendel, a fim de tornar as aulas de genética mais atrativas. Criada por Chris Claremont e Dave Cockrum, Mística é uma personagem do Universo Marvel Comics que aparece com frequência nas histórias dos X-men (Universo HQ,

2015). A personagem, que possui a pele de coloração azul, cabelos vermelhos e olhos amarelos, possui o dom mutante da metamorfose, podendo mudar sua aparência e assumir a forma humana que desejar. Sofrendo discriminação por sua aparência e por seu dom, Mística passou a acreditar que a humanidade era sua inimiga e lutou contra ativistas anti-mutantes, o que a tornou a famosa anti-heroína dos quadrinhos Marvel. Não distante de todo esse cenário, revisitamos Mendel, o monge cientista, personagem real que possuiu um importante papel no descobrimento das leis da hereditariedade por meio de experiências com ervilhas, que revolucionaram a Biologia e tornaram-se a base da genética moderna. São os conceitos advindos de suas pesquisas, e de outras tantas no campo da genética, que permitem as fantasias dos filmes de ficção científica - tal como a Mística dos X-men. É importante ressaltar que, nesse caso, as obras de ficção científica guardam liberdade poética, não sendo obrigadas a representar os conceitos científicos de forma coerente ou mesmo correta.

A utilização de filmes comerciais e experimentos no ensino de genética não é uma ideia nova, sendo este instrumento educacional citado por alguns autores com sucesso (REIS *et al*., 2010; RIVAS *et al*., 2011; CAVALCANTE, 2011; MACHADO, 2012; BORGES e DIAS, 2014). Carvalho et al. (2013) realizaram uma pesquisa sobre o estado da arte do tema atividades práticas de genética e, como resultado, encontraram apenas dez artigos que classificaram em quatro categorias: aprendizagem, estado da arte, análise de livro didático e formação de professores. Esses artigos foram publicados em periódicos ou anais de eventos realizados entre 2003 e 2013. Os autores verificaram a ausência de trabalhos relacionados à instrumentação de atividades práticas.

A relevância desta pesquisa está na utilização desses recursos – experimentação + audiovisual - em associação durante a realização de uma oficina extraclasse. O tempo disponível e o interesse dos alunos na realização da oficina possibilitou a eles que realizassem as atividades com uma maior autonomia. Entendemos que este estudo é importante por promover essa associação de filmes comerciais com experimentos como instrumento para o ensino de genética. Buscamos, nesta pesquisa, responder ao seguinte questionamento: como tornar o aprendizado de conteúdos genéticos mais atrativo e contextualizado para alunos de uma turma de Ensino Médio técnico de um Instituto Federal de Ensino?

Baseados na literatura da área e levando em consideração a busca por um processo de ensino-aprendizagem no qual o aluno tenha uma participação ativa e seja sujeito ativo da sua educação e não um mero receptáculo, foram estabelecidos como pressupostos que:

a) a utilização de vídeos de ficção científica envolverá mais os alunos, aguçando a curiosidade para aprender conteúdos de genética;

b) a realização de experimentos no laboratório estimulará os alunos a serem mais participativos e a trabalharem em conjunto;

c) as discussões sobre os vídeos, relacionando-os com os conteúdos de genética e os experimentos realizados, contribuirá para que os alunos reflitam e tenham uma visão mais crítica sobre as ciências.

Assim, assumimos como objetivo geral investigar as vivências de uma oficina de genética para alunos de uma turma de ensino médio técnico, localizada na Baixada Fluminense.

Para tal, estabelecemos como objetivos específicos deste estudo:

a) investigar como os conteúdos de genética do ensino médio técnico estão organizados na proposta pedagógica e curricular de uma instituição de ensino da Baixada Fluminense;

b) realizar uma oficina de genética utilizando filmes e séries de ficção científica e experimentos;

c) relatar as etapas necessárias para a realização de uma oficina de genética extraclasse – o produto educacional revista Genetikar;

d) avaliar esta estratégia de ensino e sua contribuição na construção do conhecimento dos alunos envolvidos.

1.1 METODOLOGIA E COLABORADORES DESTA PESQUISA

Este estudo pauta-se em uma metodologia de abordagem qualitativa e consiste em uma pesquisa participante. Nela, o pesquisador se insere como participante do processo investigado (LUDKE e ANDRÉ, 1986). Segundo Schmidt (2006), o termo participante sugere a inserção do pesquisador no campo de investigação que é formado pela vida social e cultural de um outro – o colaborador –, que é convidado a participar da pesquisa. Ainda segundo o autor, ao analisar os dados obtidos a partir de uma pesquisa participante, o pesquisador não retoma apenas as anotações, registros fotográficos, gravações e demais documentos, mas retoma também “a cena em que uma relação de confiança se estabeleceu e na qual lhe foram confiados modos de pensar, sentir e viver” (p. 37).

É essencial na pesquisa participante a identificação de um problema e formulação de uma solução pelo pesquisador (THIOLLENT, 1999). Em seguida, é feito o convite à comunidade para que se iniciem as ações propostas pelo pesquisador a fim de solucionarem o problema da pesquisa (DEMO, 2008).

Para a coleta de dados, escolhemos utilizar a observação, um diário de bordo e registros fotográficos. Os diários de bordo fazem parte de um conjunto de documentos que tem como objetivo registrar a prática pedagógica do professor e possibilita repensá-la (CAÑETE, 2010). Porlán e Martín (2004) defendem a escrita do que se passa em sala de aula como uma contribuição para a formação crítica do professor, já que a escrita do diário de bordo está diretamente ligada ao ato de pensar. Nossa escolha pelo diário de bordo vem da prática como professores reflexivos, capazes de agir de forma reflexiva em situações profissionais muitas vezes imprevistas (ALARCÃO, 2011).

Alves (s/d) alerta que o diário de bordo, para se tornar um instrumento de reflexão e auto avaliação, deve ser discutido com os pares, não devendo ser utilizado apenas como registro das atividades realizadas em sala de aula. Como professores reflexivos, levamos os escritos de nosso diário de bordo para reuniões após cada encontro da Oficina Genetikar, onde debatemos nossos limites e alcances, a fim de ajustar as atividades planejadas para os encontros da oficina.

Os dados coletados foram analisados à luz da abordagem qualitativa de natureza interpretativa (ALVES e SILVA, 1992). A análise qualitativa permite uma apreensão abrangente do fenômeno estudado. Alves e Silva (1992, p. 61) caracterizam a análise qualitativa como “um processo indutivo que tem como foco a fidelidade ao universo de vida cotidiano dos sujeitos, estando baseada nos mesmos pressupostos da pesquisa qualitativa”.

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), localizado no Município de Nilópolis, Rio de Janeiro. O IFRJ foi criado de acordo com a Lei 11.892, de 29 de dezembro de 2008, mediante a transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis (CEFET Química de Nilópolis – RJ), seguida da integração do Colégio Agrícola Nilo Peçanha (Campus Pinheiral). O objetivo central do IFRJ é promover a formação profissional e humana, por meio de uma educação inclusiva e de qualidade, contribuindo para o desenvolvimento do país nos campos educacional, científico, tecnológico, ambiental, econômico, social e cultural (IFRJ, 2011).

O IFRJ conta com diversos Campis, dentre eles o Campus Nilópolis, local de realização da pesquisa, o qual foi criado em 1994 como uma Unidade de Ensino Descentralizada da antiga Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro (ETFQ-RJ), que oferecia àquele momento os cursos técnicos de Química e Saneamento. Em 1999, passou a ser a sede do CEFET Química – RJ e criou, em 2002, o Centro de Ciência e Cultura do CEFET Química de Nilópolis – RJ, espaço destinado à formação e treinamento de professores, divulgação e popularização da ciência (IFRJ, s.d.). Em 2009, o Centro Federal de Educação Tecnológica passa a ser chamado de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, por força da lei 11.892.

Atualmente o Campus Nilópolis atende mais de 2.500 alunos nos turnos da manhã, tarde e noite, distribuídos entre nível médio técnico (Química, Controle Ambiental e Manutenção e Suporte em Informática), graduação, contando com cursos de tecnologia, licenciatura e bacharelado (Produção Cultural, Gestão da Produção Industrial, Química, Física e Matemática) e Pós-Graduação, contando com cursos em Lato Sensu em Gestão Ambiental, Linguagens, Arte, Cultura e Educação, além da Educação para Jovens e Adultos. Possui também os cursos Stricto Sensu em Ensino de Ciências nas modalidades profissional e acadêmica.

O IFRJ – Campus Nilópolis foi escolhido como local de estudo pela facilidade de acesso, pois além de ser aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências desta instituição, fui convidada para participar do projeto da **Oficina Genetikar**. Os colaboradores da pesquisa foram alunos do ensino médio técnico em Controle Ambiental (CAM), matriculados no primeiro ano do ensino médio técnico (EMT), com idade que variam entre 15 e 18 anos, e inscritos na oficina supracitada. A turma convidada para participar do estudo é regida pela professora Valéria da Silva Vieira, que ministra aulas da disciplina Biologia III para o ensino médio técnico em CAM, e desejava montar uma oficina para complementar suas aulas de genética. As etapas de criação e funcionamento da Oficina serão descritas no próximo capítulo.

1.2 ORGANIZAÇÃO DESTA PESQUISA

Optamos pela apresentação no formato de artigos científicos para esta dissertação, de tal forma que a introdução apresentou os aspectos gerais deste estudo, seus pressupostos, objetivos, desenho metodológico, local de realização e colaboradores. O capítulo dois foca no

processo de construção do produto educacional dessa dissertação – a revista Oficina Genetikar. Neste capítulo, nossa narrativa é sobre a construção do produto educacional e nosso passo-a-passo das atividades realizadas ao longo da oficina.

O capítulo três aborda a relação entre Ciência e Arte a partir do uso de filmes como recurso pedagógico - onde justificamos nossa escolha pela ficção científica - e alguns trabalhos publicados nessa área. Neste capítulo são apresentados também os objetivos específicos, nosso percurso metodológico e alguns achados da Oficina Genetikar.

No capítulo quatro é discutido o papel da experimentação no Ensino de Ciências, a diferença entre os termos experimento e experimentação, além de alguns trabalhos publicados nessa área, sendo apresentados também os objetivos, metodologia e resultados dessa etapa da Oficina Genetikar. No capítulo cinco apresentamos alguns comentários, nossas conclusões e os desdobramentos da Oficina Genetikar.

2 OFICINA GENETIKAR: A NARRATIVA DE ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL

O mestrado profissional possui algumas características que o diferenciam dos mestrados acadêmicos. Entre elas estão o perfil do candidato, o foco do estudo no local de trabalho, o acompanhamento da prática profissional e o desenvolvimento de uma dissertação e um produto educacional que esteja imerso na pesquisa para obtenção de título de mestre (ANJOS *et al.*, 2013). Essas características tornam a pesquisa realizada nos mestrados profissionais em ensino de ciências importantes para o intercâmbio de experiências com outros professores.

Moreira e Nardi (2009, p. 4) também destacam a relevância do produto educacional para um mestrado profissional ao dizerem que "a dissertação é sobre esse produto, sobre sua geração e implementação". Os autores ainda mostram preocupação quanto ao destino desse produto educacional, que deve ser disseminado para chegar às mãos de outros professores.

Moreira et al. (2017) defendem que a confecção de produtos educacionais contribui para que o professor repense sua prática, passando pelo processo de reflexão e ação, que traz benefícios aos alunos e a si próprio. Defende, portanto, que pensar sobre o produto educacional e aplicá-lo minimamente possibilita ao professor inserir a pesquisa em seu cotidiano. Ou seja, o professor reflexivo é capaz de agir de forma inteligente e reflexiva nas situações profissionais muitas vezes imprevistas (ALARCÃO, 2011). Assim, tendo em vista esse processo de reflexão-ação e a orientação de Moreira e Nardi (2009) sobre a dissertação de um mestrado profissional, apresentamos o produto educacional desta dissertação, que se mostra desde o início da pesquisa, trazemos nos capítulos posteriores as reflexões sobre os resultados encontrados e as proposições para os ajustes necessários.

2.1 ONDE? E COM QUEM?

A Oficina Genetikar foi realizada no IFRJ – Campus Nilópolis, sendo os colaboradores da pesquisa alunos do primeiro ano do EMT em CAM, com idades que variam entre 15 e 18 anos e inscritos voluntariamente na oficina supracitada. A turma convidada para participar do estudo teve contato com o trabalho de Guedes e Moreira (2016) publicado pela revista Genética na Escola, no qual é descrita a sequência de atividades que utiliza séries de TV com temas forenses e simulações de laboratório a fim de discutir temas em genética.

Estimulados com o trabalho realizado pelos pesquisadores, os alunos pediram à professora regente, Valéria Vieira, para realizar projeto semelhante. Soma-se a isso o desejo da professora regente de obter mais tempo para levar seus alunos ao laboratório para realização de experimentos. Assim, em associação com o Laboratório de Materiais Lúdicos para o Ensino de Ciências (LAMLEC), do qual a professora da turma faz parte, propusemos a Oficina Genetikar, que teve como inspiração o trabalho de Guedes e Moreira (2016) e como objetivo aproximar ciência e arte ao utilizar filmes e séries de ficção científica para discutir temas genéticos, relacionando-os com o conteúdo visto em sala de aula.

A minha associação a essa empreitada se deu de forma a somar minha experiência como professora de biologia da rede pública e privada, e meu interesse por propostas lúdicas associadas ao ensino; além, claro, sendo possibilitada por estar matriculada no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do IFRJ, sediado no mesmo campus. Aliar ciência e arte era um interesse meu, que já havia utilizado esse recurso pedagógico anteriormente para Ensino de Ciências. Assim sendo, aceitei prontamente o convite da professora regente para integrar a comissão organizadora da Oficina Genetikar.

Como dito anteriormente, o IFRJ oferece o ensino médio integrado a cursos técnicos com admissão via concurso público. O foco desse estudo é a disciplina Biologia III, ministrada pela professora regente Valéria Vieira no curso de CAM, cuja matriz curricular foi analisada em busca de conteúdos de genética que perpassam as demais disciplinas. O curso possui duração de oito semestres, com um total de 3.915h de carga horária do curso técnico, mais 480h de carga horária de estágio obrigatório e tem como objetivo formar profissionais técnicos do nível médio no eixo tecnológico ambiente e saúde, na habilitação Controle Ambiental, de acordo com as tendências tecnológicas da região (IFRJ, 2012).

Os estudantes do EMT em CAM têm contato com temas genéticos na disciplina Biologia II, oferecida no 2º período do curso, e no semestre subsequente, guardando a necessidade de pré-requisito (apêndice A). Alguns aspectos genéticos são mencionados em outras disciplinas de cunho mais ambiental, tais como evolução, fenótipo e genótipo, entre outros. Optamos por não as citar aqui, pois entram num contexto mais técnico, podendo gerar uma comparação inadequada por leitores que queiram pensar no ensino médio regular.

Leal, Rôças e Barbosa (2014) investigaram o currículo de genética nos livros didáticos do triênio 2015-2017. Seus resultados apontam que os conteúdos necessários para

compreender genética estão separados em séries escolares diferentes e que o currículo mínimo não é seguido por nenhuma editora aprovada no Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD) de 2015. Isso não é uma preocupação para o ensino médio técnico em CAM, já que os alunos têm contato com o conteúdo de biologia celular (Biologia II) em um período imediatamente anterior ao período onde estudam os conteúdos de genética (IFRJ, 2012). Apesar de não sofrerem com o hiato pedagógico apontado por Leal, Rôças e Barbosa (2014), porque assuntos como DNA, meiose, citologia, cromossomos e genes são vistos em sequência, esses alunos ainda precisam de abstração para entender os conteúdos de genética, que, por serem extensos e trazerem termos novos, muitas vezes são considerados difíceis, levando em alguns casos à memorização mais do que o entendimento da lógica dos conteúdos.

Com essa análise em mente, iniciamos a Oficina Genetikar, que ocorreu concomitantemente com as aulas do primeiro semestre de 2017, período no qual os alunos de EMT em CAM tiveram um contato mais aprofundado com os conteúdos de genética. Destacamos ainda que os participantes eram, em sua totalidade, alunos da disciplina, passando a ter com a oficina uma carga horária extracurricular voltada para o ensino de genética e em concomitância com a disciplina de Biologia III. Houve interesse de grande parte da turma em participar da Oficina Genetikar, que iniciou com 33 alunos inscritos voluntários, tendo sua frequência diminuída ao longo dos encontros.

2.2 COMO? PASSO A PASSO DA OFICINA

A participação da professora regente da turma, com seu saber experiencial[1] (TARDIF, 2014) foi fundamental para realização da Oficina Genetikar, pois pudemos adequar as atividades conforme a turma avançava no estudo da genética em sala de aula. Vale ressaltar que esse projeto só foi possível devido à autorização e apoio da direção do Campus Nilópolis do IFRJ, que permitiu o acesso aos seus equipamentos e instalações. A Oficina Genetikar contou com as seguintes etapas: planejamento, divulgação e desenvolvimento das atividades.

<u>Etapa de planejamento da Oficina Genetikar:</u>

O planejamento da Oficina Genetikar ocorreu ao longo do segundo semestre de 2016 e início do primeiro semestre de 2017, consistindo na leitura e discussão de bibliografia e

[1] Saberes específicos que são utilizados e produzidos pelos professores em sua prática cotidiana.

reuniões com a comissão organizadora. A comissão organizadora foi composta por cinco membros além de mim, a saber: a professora regente da turma e membro do LAMLEC, Dra. Valéria da Silva Vieira; Prof.ª Dra. Giselle Rôças (orientadora desta dissertação); Dra. Denise Figueira de Oliveira (pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências); Thiago Cerqueira, licenciando em física e membro do LAMLEC; e Matheus Lima, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e licenciando em química.

As reuniões ocorreram com periodicidade quinzenal durante todo o período de realização da Oficina Genetikar, no Campus Nilópolis, sendo discutidos o cronograma da oficina, logística (reserva de laboratório, auditório, material para exibição dos filmes) e material para ser trabalhado na oficina: filmes a serem exibidos, roteiro dos encontros, lista de experimentos e formas de avaliação. O planejamento da Oficina Genetikar continuou ao longo de sua realização para adequar as atividades previstas ao avanço da turma nos conteúdos de genética em sala de aula, discutir os dados coletados durante os encontros e resolver imprevistos.

Devido ao movimento de ocupação do Campus Nilópolis realizada por alunos (#OcupaIFRJ), associado à greve de funcionários no final do segundo semestre de 2016 (IFRJ, 2016), o cronograma e a estrutura da oficina precisaram ser alterados. A Oficina Genetikar, que possuía dez encontros com duração de três horas cada e realização prevista para 10 meses, foi reestruturada: passou a contar com cinco encontros realizados em três meses e com duração de quatro horas cada encontro.

A seleção de filmes e séries exibidos durante os encontros foi realizada após leitura de referencial bibliográfico e análise da matriz curricular do curso do ensino médio técnico de CAM. Foi levada em consideração a experiência de outros professores em projetos similares, evitando a utilização de filmes já discutidos em sala de aula. Thiel e Thiel (2009) afirmam que quando parte dos alunos participam da escolha e indicação dos filmes, é provável que eles tenham interesse na obra ou que o título indicado já faça parte de seu repertório; entretanto, a escolha pelo professor dá a oportunidade para que conheçam outras obras.

Todos os filmes e séries utilizados na Oficina foram previamente selecionados, levando em consideração não apenas a relação com o tema que seria abordado, mas principalmente avaliando seu potencial pedagógico e de formação cultural, sua adequação à

faixa etária da turma e ao trabalho que seria realizado depois. O caderno de cinema do professor: dois (SÃO PAULO, 2009) destaca a importância de o professor assistir ao filme com antecedência, com um olhar crítico para poder selecionar os trechos que serão analisados.

Após a seleção da minutagem[2] de cada filme e série escolhidos, foram construídos os roteiros dos encontros com perguntas que direcionaram a discussão. Esses roteiros foram discutidos durante as reuniões e adaptados à evolução da turma em relação aos temas genéticos.

Etapa de divulgação da Oficina Genetikar:

Com o atraso do ano letivo de 2016, ocorrido devido à ocupação do Campus Nilópolis e à greve de professores ocorridas no final do segundo semestre, não houve tempo hábil para a divulgação e inscrição de interessados de todo o Campus Nilópolis na Oficina Genetikar como foi planejado inicialmente, prejudicando a etapa de divulgação que estava prevista para a XXII Semana da Tecnologia (XXII SEMATEC) em outubro de 2016. Para contornar esse imprevisto e iniciarmos a oficina sem mais atrasos, foram abertas vagas apenas para alunos do EMT em CAM, curso no qual a professora Valéria da Silva Vieira é regente. A participação na oficina não foi de caráter obrigatório, sendo reservado ao aluno o direito de recusar sua participação. Para divulgar a Oficina, confeccionamos um *folder* que os convidava a "Genetikar", contendo algumas informações como data dos encontros, horário, local de realização e um espaço para que eles colocassem suas informações pessoais para efetivar a inscrição na oficina.

Etapa de desenvolvimento das atividades da Oficina Genetikar:

As atividades realizadas na Oficina Genetikar foram divididas em cinco encontros: 1) Exibição de filme completo e discussão; 2) Exibição de trechos de filmes e séries, e discussão; 3) exibição de trechos de filmes e séries, realização de experimentos e discussão; 4) Exibição de trechos de filmes e séries, realização de experimentos e discussão; 5) Avaliação da oficina.

[2] Minutagem - trecho do filme que será exibido, optamos por não utilizar o filme ou episódio de série inteiros, mas disponibilizá-lo previamente caso fosse do interesse do aluno.

Cada encontro teve a duração de quatro horas e foram realizados no auditório ou laboratório de biologia do Campus Nilópolis do IFRJ. As etapas da Oficina Genetikar serão descritas a seguir, os resultados obtidos serão descritos nos próximos capítulos.

2.3 AS ETAPAS DA OFICINA GENETIKAR

A Oficina Genetikar consistiu em uma série de cinco encontros que ocorreram em um intervalo de três meses. Procuramos abordar assuntos em genética que já haviam sido discutidos previamente em sala de aula. O quadro 2.1 contém um resumo dos cinco encontros da Oficina Genetikar.

Quadro 2.1: Informações sobre a Oficina Genetikar.

Oficina Genetikar					
Encontro:	1	2	3	4	5
Data:	17/04/2017	22/05/2017	29/05/2017	05/06/2017	16/06/2017
Local:	Auditório	Sala de física	Auditório/ laboratório	Auditório/ laboratório	Auditório
Assuntos discutidos:	Ética, DNA, engenharia genética.	Engenharia genética, mutação e ética.	Transgênicos e ética.	Ética, doenças genéticas e fertilização in vitro.	DNA, ética, engenharia genética, ciência e arte.
Atividades:	Exibição de filme e discussão (a partir de um roteiro prévio distribuído)	Exibição de trechos de filmes e série, Técnica da controvérsia controlada.	Exibição de trechos de filme, artigo, discussão e experimentos.	Exibição de trechos de séries, artigos, discussão e experimento.	Apresentação de trabalhos dos alunos.
Alunos presentes:	30	26	29	23	24

Fonte: as autoras.

Descrição do Primeiro Encontro

O encontro iniciou com o recolhimento dos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e das fichas de inscrição. A seguir, deu-se o início das atividades da oficina, que foi oficialmente apresentada para seus participantes com um convite a "Genetikar".

Exibimos GATTACA – Experiência genética (1997). A história do filme ocorre em um futuro distópico onde a manipulação do código genético cria pessoas geneticamente planejadas e concebidas *in vitro*, com o objetivo de evitar doenças e obter longevidade. A sociedade é dividida em duas classes sociais: os filhos da ciência, produtos da engenharia genética, supostamente portadores de maior força e inteligência; e os filhos de Deus, nascidos naturalmente e portadores de doenças. As pessoas frutos da engenharia genética têm vantagens como maior reconhecimento profissional no mercado de trabalho e reconhecimento social de suas habilidades. O protagonista do filme, nascido pelas vias naturais, tenta vencer o determinismo genético e realizar seu sonho de pilotar um ônibus espacial. Na trama, situações convergem para que ele assuma a identidade genética de "um filho da ciência" e se submete a uma série de riscos a fim de alcançar seu objetivo final.

Ao longo da exibição optamos por fazer um intervalo, pois os alunos estavam no contraturno de suas aulas (turno original é o da manhã), e queríamos evitar que a atividade da tarde fosse cansativa por sua extensão e conteúdo, minimizando que a atenção dos alunos se dispersasse. Entregamos um roteiro sobre o encontro (apêndice B), que continha além de informações sobre o filme, algumas perguntas norteadoras para o debate. Após a exibição do filme, iniciamos o debate e abrimos espaço para perguntas ou colocações dos alunos.

O filme Gattaca: experiência genética foi escolhido para abrir as atividades da Oficina pela diversidade de temas genéticos abordados e por serem temas básicos (DNA, ética) para a compreensão dos conteúdos que seriam abordados nos encontros seguintes e nas aulas regulares com a professora regente.

Descrição do Segundo Encontro:

O planejamento desse encontro foi revisto para superar algumas dificuldades do encontro anterior, pois apesar da pausa realizada, percebemos a necessidade de atividades mais dinâmicas. Dessa forma, propomos uma adaptação da Técnica da Controversa

Controlada (CHRISPINO, 2008), que é uma metodologia didática geradora de debates com o objetivo de construir (ou não) um consenso sobre determinado tema. Utilizada para abordar temas na área de CTS, essa metodologia exige um planejamento prévio do professor para organização da atividade (ALVES e RÔÇAS, 2017). Vidal e Chrispino (2016) destacam que a controvérsia controlada exige dos alunos habilidades como falar em público, ouvir o colega sem interferir em sua fala, refletir sobre diferentes pontos de vista, argumentar, tentar chegar a solução de impasses, entre outros.

Foram propostos dois temas para a controvérsia controlada: engenharia genética e mutação, ambos já estudados em sala de aula com a professora regente. Previamente ao segundo encontro da oficina, organizamos os alunos em grupos de seis a sete com o intuito de mesclá-los, tirando-os da zona de conforto. Cada grupo formado ficou responsável por assumir o papel de um ator social do debate com perfil pré-definido: **cientista** – vê na ciência a salvação da humanidade; **empresário** – vê a ciência e tecnologia como uma forma de obter lucro; **religioso** – vê a vida como um bem sagrado e a ciência como o homem brincando de ser Deus; **professor de ciências** – entende que a ciência não é neutra, mas influenciada pelos fatores culturais, sociais e históricos; **cidadão comum** – tudo o que sabe sobre a ciência e tecnologia é o que encontra na grande mídia. A forma como cada ator do debate se relaciona com a ciência foi definida, para esta atividade, de acordo com o que foi mostrado nos filmes, não refletindo necessariamente a realidade.

Todos os participantes receberam um material de consulta comum a todos os grupos, que explicava como seria a atividade e dava informações gerais sobre os temas engenharia genética e mutação. Receberam também material específico que dava suporte a criação do perfil do ator social de cada grupo, fornecendo subsídios para o debate, dentre esses materiais estavam matérias de revistas. Eles tiveram uma semana para se preparar para a atividade e escolheram qual membro do grupo seria o representante no debate.

Para iniciar a atividade inspirada na controvérsia controlada, foram utilizadas cenas selecionadas de filmes e séries de ficção científica como motivadoras para o debate. O primeiro bloco de debates teve como tema a engenharia genética e foram exibidos trechos dos filmes Planeta dos Macacos: a origem (2011), *Jurassic World* (2015) e da série Arquivo X, episódio Jogo de Gato e Rato (1994).

Em O Planeta dos Macacos, o cientista Will Rodman trabalha em um laboratório onde são realizados experimentos com macacos a fim de descobrir novos medicamentos para a cura do mal de Alzheimer, doença que seu pai possui. Durante um incidente no laboratório, uma fêmea de macaco, objeto de testes científicos, escapa e causa danos, o que leva ao cancelamento de sua pesquisa. Inconformado com o fim da pesquisa, o cientista ultrapassa as fronteiras da ética e rouba um filhote de macaco, que batiza de César, além de amostras do medicamento que passa a testar em seu pai, Charles. Não apenas Charles mostra melhoras e recupera sua memória, como César mostra que possui uma inteligência fora do comum graças aos medicamentos aplicados em sua mãe no laboratório. Os principais temas abordados no filme são engenharia genética e ética. A minutagem selecionada para o filme Planeta dos Macacos pode ser vista no quadro a seguir.

Quadro 2.2: Planeta dos Macacos: a origem – minutagem.

Tempo	Tema abordado
02:20h – 07:39h	ética (pesquisa em animais), profissão cientista, engenharia genética na cura de doenças.
09:27h – 10:13h / 12:01h – 12:29h	efeitos da engenharia genética em Cesar (maior inteligência), transmissão de características genéticas para prole.
16:56h – 18:06h / 18:36h – 18:59h	efeito do medicamento obtido através de engenharia genética, cura Alzheimer.
26:24h – 28:25h	Cesar tem consciência que veio de um laboratório (ética).
28:43h – 30:15h	engenharia genética, transmissão de características genéticas, ética (explicação do que Cesar é).
39:23h – 41:11h	dono do laboratório autoriza continuidade de pesquisa visando lucros.
Tempo total aproximado: 15minutos.	

Fonte: as autoras.

Em *Jurassic World*, o parque dos dinossauros é reaberto para a visitação do público. Com o objetivo de atrair mais do público e faturar mais dinheiro, os dinossauros passam a ser

amestrados e fazer apresentações acrobáticas. Além disso, cientistas fazem experiências genéticas e criam novas espécies de dinossauros, mais rápidos e inteligentes, que acabam se tornando uma ameaça para os seres humanos. Os principais temas abordados no filme são engenharia genética, híbridos e ética, a minutagem selecionada para abordar esses temas pode ser vista no quadro a seguir.

Quadro 2.3: *Jurassic World* – minutagem.

Tempo	Tema abordado
07:00h – 08:34h	avanços em genética, engenharia genética, animais híbridos.
09:33h – 10:19h	bases nitrogenadas.
11:12h – 12:33h	animais híbridos, ética.
13:10h – 13:50h	ética experimentos animais.
18:34h – 19:57h/ 21:56h – 24:47h	velociraptors treinados, ética.
50:15h – 52:28h	genoma, transgênicos, ética, ambiente laboratório
1:43:59h – 1:51:45h	escada DNA = GATTACA.
Tempo total aproximado: 18 minutos.	

Fonte: as autoras.

Gomes-Maluf e Souza (2008), ao analisarem o filme *Jurassic Park* (1993), precursor do filme *Jurassic World*, utilizado nessa oficina, concluíram que poderia ser utilizado para abordar diversos temas contidos na biologia molecular, tais como a tecnologia do DNA recombinante e seus aspectos éticos, morais e sociais. Em *Jurassic World*, podemos ir além dos temas estruturantes da biologia molecular (LEAL, RÔÇAS e BARBOSA, 2014) e nos aprofundar em temas genéticos mais complexos e presentes nas discussões científicas contemporâneas.

No episódio de Arquivo X (1994), os agentes Mulder e Scully recebem uma pista que os levam a descobrir uma conspiração que envolveria o governo e alienígenas, que por meio de engenharia genética estariam criando híbridos de humanos com alienígenas muito habilidosos. Por meio da série podemos abordar os temas engenharia genética e ética, sempre

lembrando que às obras de ficção científica são permitidas extrapolações do real, que são parte da estratégia narrativa desses filmes e séries (ROCQUE, SAWADA e FIGUEIRA-OLIVEIRA, 2012). A minutagem selecionada para a série Arquivo X pode ser vista no quadro a seguir.

Quadro 2.4: Arquivo X: Jogo de gato e rato – Minutagem.

Tempo	Tema abordado
07:25h – 08:30h	ambiente laboratório, comportamento em laboratório.
13:18h – 15:05h	Projeto Genoma Humano (material genético, ética. Retomar temas discutidos encontro anterior).
16:04h – 16:55h	ambiente laboratório, microscópio, células bacterianas (convite à uma visita ao laboratório do IFRJ).
20:05h – 21:29h	engenharia genética, DNA.
22:47h – 25:04h	experimentos em humanos (ética), nucleotídeos, genes, DNA, terapia de genes, eletroforese, engenharia genética (DNA humano + DNA alienígena).
27: 53h – 31:04h	fechamento episódio (retoma tema engenharia genética)
Tempo total aproximado: 10 minutos.	

Fonte: as autoras.

Após a exibição das cenas selecionadas, proporcionamos vinte minutos para que os grupos integrassem o material assistido aos seus argumentos para o debate. Após esse tempo, explicamos aos alunos a forma como ocorreria o debate: cada representante com cinco minutos para falar sobre o posicionamento de seu ator social do debate. Ao término das exposições, cada grupo realizou uma pergunta para outro personagem, que por sua vez teve outros cinco minutos para resposta. Está previsto na Técnica da Controvérsia Controlada que todos os atores do debate devem fazer e responder uma pergunta.

O debate foi finalizado e os alunos se sentaram novamente para assistir cenas selecionadas do filme X-Men: Apocalipse (2016), que foi o motivador da segunda rodada de debates, com o tema mutação. O filme narra a história dos X-Men, que são um grupo de

super-heróis mutantes que, devido a um salto evolucionário, nasceram com habilidades super-humanas, que geralmente se manifestam na puberdade. Um dos principais personagens do filme, a mutante Mística possui papel importante no treinamento desses mutantes que são considerados o novo degrau na evolução humana. Essas habilidades geram medo e desconfiança dos mutantes que são vistos como uma ameaça à sociedade humana, fato intensificado por alguns mutantes que utilizam seus poderes para fins criminosos. O filme permite a abordagem de diversos temas como evolução, DNA, fenótipo, genótipo, ética, entre outros. Nessa atividade nos concentramos na abordagem do tema mutação, a minutagem selecionada pode ser vista no quadro a seguir.

Quadro 2.5: X-Men: Apocalipse – minutagem.

Tempo	**Tema abordado**
0:59h – 07:23h/ 8:20h – 8:51h	introdução, habilidades mutantes, apresentação Apocalipse.
11:36h – 13:51h	mutantes sendo explorados por seus poderes (Noturno e Anjo).
25:53h – 27:50h/ 1:14:44H – 1:17:32h/ 1:14:44H – 1:17:32h	habilidades mutantes.
1:05:32h – 1:06:38h	Mística e Charles conversam (mutantes x humanos).
1:10:04h – 1:14:00h	Apocalipse desarma grandes potências.
1:46:42h – 1:47:09h	Mística fala sobre aceitação de poderes.
Tempo total aproximado: 22 minutos.	

Fonte: as autoras.

Após a exibição dos trechos do filme, os alunos participantes do debate retomaram seus lugares reservados na mesa e deram sequência à atividade. Para finalizar a atividade, pedimos aos representantes de cada grupo que se despisse de seu personagem e dissesse com qual visão mais se identifica pessoalmente e que justificasse.

Descrição do Terceiro Encontro:

Para a realização das atividades do terceiro encontro, os alunos foram redistribuídos em dois novos grupos, ficando cada um sob a supervisão de dois facilitadores. Enquanto um grupo participava da atividade no auditório, o outro grupo participava da atividade no laboratório de biologia.

Para o grupo que permaneceu no auditório, foram exibidos trechos do filme A Mosca (1986). No filme, o físico Seth Brundle está desenvolvendo uma máquina de teletransporte e realizando testes em objetos e animais. Após ter sucesso sente-se encorajado a testar a máquina em si mesmo e acaba acidentalmente fundindo-se geneticamente a uma mosca doméstica. Após o acidente, o cientista desenvolve modificações físicas que o tornam parecido com o inseto. A minutagem selecionada para o filme pode ser vista a seguir:

Quadro 2.6: A Mosca – minutagem.

Tempo	Tema abordado
02:04h – 02:47h	introdução, cientista se apresenta.
05:07h – 09:37h	laboratório, máquinas de teletransporte, computador. Brundle teletransporta uma meia.
13:35h – 14:25h/ 18:16h – 19:38h	Brundle diz que seu experimento não funciona com coisas vivas/ teste com babuíno (cenas fortes).
20:00h – 20:40h	Brundle explica porque não funciona com coisas vivas.
28:26h – 29:11h	Segundo teste com babuíno funciona.
33:56h – 36:29h	Brundle se teletransporta (acidentalmente, junto com uma mosca). Mutação.
40:48h – 41:25h	Brundle adquiriu habilidades devido a mutação.
57:21h – 59:12h	Mudanças físicas, unhas caem (cenas fortes).
01:02:50h – 1:04:31h	Brundle descobre que seu material genético foi fundido com o material genético de uma mosca.
1:20:07h – 1:22:30h	Verônica está grávida de Brundle.

1:24:22h – 1:25:28h	Brundle rapta Verônica e diz que irá se curar.
1:26:48h – 1:28:10h/ 1:28:50h – 1:31:32h	Brundle se transforma em um híbrido mosca/humano, finalização.
Tempo total aproximado: 29 minutos.	

Fonte: as autoras.

Após a exibição dos trechos do filme, falamos sobre seus acontecimentos, relacionando-os com o tema transgênicos, visto anteriormente nas aulas regulares com a professora regente. Os alunos se dividiram em quatro grupos e cada um recebeu uma cópia de um artigo (BBC, 2014) e uma pergunta geradora. O artigo selecionado fala sobre animais transgênicos e traz alguns argumentos a favor e contra seu uso. A proposta da oficina foi de que os alunos fizessem a leitura do artigo, desenvolvessem o raciocínio no debate e respondessem as perguntas. As perguntas geradoras estão no quadro 2.7.

Quadro 2.7: Questões geradoras sobre transgênicos.

Pergunta 1:	Para alguns especialistas, modificar alimentos por meio da engenharia genética pode trazer danos à saúde humana e animal, além de prejuízos ao meio ambiente. Já os especialistas defensores dos transgênicos, apontam entre os benefícios a possibilidade de ter alimentos com mais nutrientes e resistentes a pragas e agrotóxicos. Qual é a opinião do grupo sobre isso?
Pergunta 2:	Atualmente, os rótulos dos alimentos que contém transgênicos, possuem um símbolo indicativo, para que o consumidor saiba que está adquirindo um alimento geneticamente modificado. Esse ano, a comissão do Senado votará o Projeto de Lei nº 34, que retira a obrigação de estampar o símbolo indicando a presença de ingrediente transgênico nos rótulos de produtos, que deve ser substituído pelas palavras "contém transgênico". Qual é a opinião do grupo sobre isso?
Pergunta 3:	Alguns cientistas e órgãos de pesquisa afirmam que ainda não foi comprovado que o transgênico faz mal à saúde e ao meio ambiente. Por que Organizações Não Governamentais (ONGs) como o Greenpeace, por exemplo, se opõem ao cultivo e consumo dos alimentos transgênicos? Qual é a opinião do grupo

	sobre isso?
Pergunta 4:	Pesquisas com animais transgênicos vêm sendo desenvolvidas ao longo das últimas três décadas e provocaram uma grande revolução no campo da biologia. Essas pesquisas vêm sendo utilizadas com o objetivo de curar doenças, produzir medicamentos e obter lucro. Entretanto, alguns especialistas e defensores dos direitos animais são contra essa prática por receio que tenha consequências irreversíveis e pela exploração animal. Qual é a opinião do grupo sobre isso?

Fonte: as autoras.

As discussões do terceiro encontro da Oficina Genetikar tiveram como tema os transgênicos e também mencionaram as questões éticas relacionadas a pesquisa e ao consumo desses produtos. Além da exibição do filme A Mosca (1986), foram realizadas experimentações durante o encontro. A primeira a ser realizada foi a observação de cromossomos politênicos das glândulas salivares de moscas *Drosophila melanogaster*, o objetivo, tempo de realização e material utilizado na experimentação podem ser observados no quadro 2.8.

Quadro 2.8: Experimentação um: observação de cromossomo politênico.

Objetivo da experimentação:	**Tempo de realização:**	**Material utilizado:**
Observar cromossomo politênico da glândula salivar de *Drosophila melanogaster*;	30 minutos	- microscópio óptico - lâmina com cromossomo politênico fixado.

Fonte: os autores.

A segunda experimentação, realizada logo em seguida, foi a prática das cores. Trata-se de uma experimentação simples que pode ser realizada até em sala de aula. No quadro a seguir estão os objetivos, tempo de duração e o material utilizado para a prática.

Quadro 2.9: experimentação dois: prática das cores.

Objetivo da experimentação:	**Tempo de duração:**	**Material utilizado:**
Diferenciar as interações alélicas do tipo dominância completa, dominância incompleta e codominância; Estimular a capacidade investigativa e produtiva dos alunos.	50 minutos	- tinta guache branca e vermelha, água, óleo de soja, leite, colher de sopa, 6 Becker.

Fonte: as autoras.

Na prática das cores deve-se misturar as duas colheres de cada tinta com água e depois misturar as diferentes cores, em quantidades diferentes em um mesmo Becker, de modo a formar diferentes tons de mistura. O Becker que contém maior quantidade de tinta vermelha representa a dominância completa e o Becker que contém a mesma quantidade de tinta branca e vermelha representa a dominância incompleta. Para representar a codominância deve-se misturar em um Becker leite e óleo de soja. O roteiro para esse experimento pode ser encontrado no apêndice C.

A fim de conectar as atividades da oficina, fizemos uma pergunta relacionando o experimento prático das cores com um filme assistido anteriormente na oficina. O filme X-Men: Apocalipse (2016) havia sido exibido no encontro anterior. O filme conta uma história baseada em textos literários, HQs, deixando alguns personagens e relações de fora. Baseados em Thiel e Thiel (2009), trouxemos alguns elementos presentes apenas nas HQs, a fim de ampliar o universo fílmico mostrado aos alunos e possibilitar a ligação dessa obra com a experimentação realizada no laboratório didático. O quadro 2.10 mostra a questão que traz a nova informação sobre o universo dos X-Men e faz a ligação entre as atividades.

Quadro 2.10: primeira questão para discussão.

Pergunta:	**No filme X-Men: Apocalipse, existem três personagens que possuem a coloração da pele azul: Mística, Fera e Noturno. Na**

	história dos X-Men, é sabido que Mística é mãe biológica de Noturno, assim eles têm algumas características físicas em comum. Considerando a prática das cores, quais características de Mística vocês diriam que são recessivas e dominantes?

Fonte: as autoras.

A terceira experimentação realizada foi a extração de DNA vegetal e animal. Assim como as práticas anteriores, é uma experimentação simples, mas devido a necessidade de uma fonte de calor, é preciso ter um cuidado maior. No quadro 2.11 estão listados os objetivos do experimento, o tempo de duração e o material utilizado.

Quadro 2.11: experimentação três: extração de DNA vegetal e animal.

Objetivo da experimentação:	**Tempo de duração:**	**Material utilizado:**
Demonstrar a extração e condensação do DNA; **Mostrar que o DNA pode ser encontrado em diferentes tipos de células;** **Debater e aprofundar questões científicas relacionadas com experimentos genéticos.**	60 minutos	- Becker, termômetro, filtro, tubo de ensaio, bico de Bunsen e tela de amianto, banho de gelo, cebola, amostra de esfregaço de bochecha, sal de cozinha, corante azul de Bromofenol, detergente sem corante e álcool gelado.

Fonte: as autoras.

Na prática de extração do DNA vegetal deve-se picar a cebola em pequenos pedaços e reservar. Em um Becker, adiciona-se 150 ml de água, 4 colheres (sopa) de detergente e 1 colher (chá) de sal. Nesta solução coloca-se a cebola picada, cobrindo o Becker com papel filme e levando ao banho-maria por 20 minutos. Após o cozimento, filtra-se a mistura com a ajuda de um papel filtro, recolhendo o líquido (aproximadamente 100 ml). Coloca-se a mistura em banho de gelo por 5 minutos.

Após o resfriamento adiciona-se aos poucos o álcool gelado, deixando escorrer pela parede do Becker aproximadamente 100 ml. Deixa-se de repouso por no mínimo 10 minutos, sendo então possível a observação de camadas devido a diferença de densidade. Na parte inferior será possível observar a água, na parte intermediária fragmentos de DNA e na parte superior o álcool. Após 30 minutos de repouso poderá ocorrer o agrupamento dos fragmentos de DNA, ganhando o aspecto de "fios de algodão".

A prática de extração de DNA animal é semelhante à extração de DNA vegetal: deve-se preparar uma solução salina muito concentrada. A seguir, colocar uma porção dessa solução salina na boca e bochechar vigorosamente por 2 minutos. A seguir, deve-se colocar a mistura obtida em um tubo de ensaio e filtrar com a ajuda de um papel filtro. Em outro tubo de ensaio, deve-se marcar duas linhas: uma no meio do tubo e outra perto da borda. Transferir o filtrado para o tubo marcado até a primeira linha; adicionar, cuidadosamente, álcool até a segunda linha. Após 30 minutos de repouso poderá ser possível observar o agrupamento de fragmentos de DNA, assim como na prática de extração de DNA vegetal. Os roteiros para as experimentações de extração de DNA vegetal e animal encontram-se no apêndice D.

Descrição do Quarto Encontro:

As atividades do quarto encontro da Oficina Genetikar foram iniciadas com todos os alunos no laboratório. Depois eles foram direcionados para o auditório, a fim de assistirem trechos selecionados de séries de ficção científica.

Selecionamos trechos das séries Dr. House, episódio "Com ou sem bengala" (2007) e *Black Mirror*, episódio "Engenharia Reversa" (2017). Essas séries foram escolhidas por abordarem os temas doenças genéticas, fertilização *in vitro* e ética. No episódio de Dr. House, o médico tem um difícil caso onde um menino de sete anos, produto de uma fertilização in vitro, apresenta sintomas estranhos e alega ser cobaia de experimentos alienígenas. A minutagem selecionada para abordar os temas fertilização *in vitro* e ética podem ser vistos no quadro a seguir.

Quadro 2.12: Dr. House: com ou sem bengala – minutagem

Tempo	Tema abordado
00:01h – 03:50h/ 07:24h – 15:10h	sintomas doença
17:16h – 21:50h	fertilização in vitro
23:24h – 25:28h	equipe médica conversa/dedução
26:05h – 26:38h/ 27:26h – 28:33h	novos sintomas doença
30:57h – 33:45h	cirurgia
36:05h – 40:50h	resolução
Tempo total aproximado: 25 minutos.	

Fonte: as autoras.

No episódio de *Black Mirror*, é apresentado um futuro distópico, onde um exército equipado com implantes avançados trava uma guerra contra uma raça de mutantes deformados. A minutagem selecionada para abordar os temas ética e doenças genéticas podem ser vistos no quadro a seguir.

Quadro 2.13: *Black Mirror:* engenharia reversa – minutagem.

Tempo	Tema abordado
01:06h – 01:50h	exército com alta tecnologia se preparando para caçar “baratas”
02:53h – 05:25h	população assustada com as “baratas”
05:50h – 09:24h	agentes do exército invadem casa a procura de “baratas”
09:50h – 12:05h	doenças genéticas/ eugenia
12:08h – 13:40h	confronto entre agentes exército e “baratas”
19:40h – 22:57h	agente do exército apresenta problemas com tecnologia
28:40h – 30:49h/ 31:46h – 32:29h	agentes do exército “caçam baratas”

33:20h – 37:20h	agente se volta contra parceira para ajudar duas pessoas sob ataque
43:00 – 45:44h/ 47:26h – 53:20h	doenças genéticas/ eugenia
Tempo total aproximado: 30 minutos.	

Fonte: as autoras.

Após assistirem os trechos das séries, os alunos foram divididos em cinco grupos. Cada grupo recebeu um artigo com tema relacionado aos episódios das séries assistidas e uma pergunta geradora de debate. O primeiro grupo recebeu um artigo sobre um caso de quimerismo (BBC, 2003a), o segundo grupo recebeu um artigo sobre doenças genéticas (Superinteressante, 2011), o terceiro grupo recebeu um artigo sobre quimerismo (BBC, 2003b), o quarto grupo recebeu um artigo sobre fertilização *in vitro* (BBC, 2013) e o quinto grupo também recebeu um artigo sobre fertilização *in vitro* (BBC, 2016). Todos os artigos foram retirados de revistas científicas populares na internet. As perguntas geradoras estão no quadro 2.14.

Quadro 2.14: Perguntas geradoras de debate.

Pergunta 1:	O que é uma quimera genética? Como essa condição genética ocorre?
Pergunta 2:	O que são doenças genéticas? É possível que os portadores dessas doenças sofram preconceitos, ou sejam excluídos de alguma forma devido a essas doenças?
Pergunta 3:	Quimera é uma figura mística caracterizada por uma aparência híbrida de dois ou mais animais e a capacidade de lançar fogo pelas narinas, conhecida como besta mitológica. É ético fazer experimentos com embriões humanos? Os benefícios que essa pesquisa nos trazem é superior aos riscos de produzir uma "besta genética"?
Pergunta 4:	A fertilização in vitro é uma técnica de reprodução medicamente assistida que consiste na fertilização de um óvulo por um espermatozoide em ambiente laboratorial para posterior implantação uterina. Quais são os motivos para se

	realizar fertilização *in vitro*? É ético selecionar apenas os embriões geneticamente saudáveis?
Pergunta 5:	Experimentos de substituição mitocondrial em animais levantam dúvidas em relação a sua segurança. Em camundongos, houve mudanças em sua capacidade cognitiva. Em plantas e besouros, houve mudanças na fertilidade masculina e no envelhecimento. É ético realizar esses experimentos em humanos, mesmo que seja para evitar doenças genéticas? Por que o experimento foi realizado no México e não no país de origem da equipe médica?

Fonte: as autoras.

A atividade em laboratório planejada para o quarto encontro da oficina foi uma experimentação de eletroforese, cujo roteiro pode ser encontrado no apêndice E. No quadro 2.15 estão listados os objetivos da experimentação, o tempo de duração e o material utilizado.

Quadro 2.15: experimentação quatro: eletroforese.

Objetivo da experimentação:	**Tempo de duração:**	**Material utilizado:**
- Apresentar técnicas utilizadas em laboratórios de pesquisa de genética; **- Estimular o aluno a refletir sobre a forma que a genética é aplicada.**	5 horas	- Placa de Petri, fios e presilha tipo jacaré, clipes de papel e fonte e energia. - Gel de agarose, amostra de DNA de coral sol, corante azul de bromofenol.

Fonte: as autoras.

Devido ao longo tempo necessário para a realização da atividade, deixamos tudo preparado no laboratório: a cuba (Placa de Petri) de eletroforese improvisada com o gel de agarose com ligação pelos polos negativo e positivo (clipe de papel) à fonte de energia.

Novamente no auditório, após as atividades planejadas para a oficina, exibimos o vídeo "Eletroforese em gel"[3], produzido pela *Khan Academy* e disponível no *Youtube* desde outubro de 2016. O vídeo de aproximadamente nove minutos, mostra de forma didática, por meio de desenhos, o material utilizado na eletroforese e todo o processo envolvido no experimento.

Descrição do Quinto Encontro:

O quinto e último encontro da Oficina Genetikar foi planejado e executado pelos alunos, os quais foram convidados e estimulados para compartilharem conosco, de forma criativa, o que aprenderam, o que gostaram e o que não gostaram durante os encontros da oficina. Também compartilharam suas impressões sobre a Oficina de forma escrita, declarando o que apreciaram, o que não apreciaram, o que poderia ser diferente e o que superou as expectativas.

Os dados coletados nos cinco encontros da Oficina Genetikar, que serão discutidos nos próximos capítulos dessa dissertação, foram levados para discussão nas reuniões da equipe de pesquisa após a realização de cada encontro. Essas reuniões, que ocorreram durante todo o período de realização da oficina, foram importantes e permitiram que repensássemos nossa prática como professores reflexivos que somos (ALARCÃO, 2011), mostrando que o trabalho de campo vai nutrindo o pesquisador de informações, o que permite o aprimoramento em pleno caminho, qualidade que Moreira et al. (2017) atribuem aos produtos educacionais.

2.4 DE MÍSTICA A MENDEL

Assim como Figueira-Oliveira *et al.* (2013), vemos na relação Ciência e Arte um meio para a melhoria do Ensino de Ciências: um ensino interdisciplinar, contextualizado e mais estimulante. Durante seus encontros, a Oficina Genetikar buscou unir Ciência e Arte, partindo do pressuposto de que são complementares (ARAUJO-JORGE, 2004). Dessa forma, apresentamos dois personagens que compõem o título desta dissertação e permearam todo o trabalho: Mística e Mendel.

A personagem da ficção Mística pertence ao Universo Marvel Comics, sendo uma anti-heroína bastante presente nas HQs, filmes e desenhos dos X-Men, que narram histórias sobre humanos mutantes que expressam o "gene-x" (Universo HQ, 2015). Escolhemos a

[3] https://www.youtube.com/watch?v=B2KLuzD_suQ&t=15s

personagem para representar a relação Ciência e Arte contida neste trabalho pelo apelo visual, já que sua mutação é perceptível visualmente, e pelo envolvimento social em questões polêmicas na ficção, como a luta dos mutantes contra o preconceito.

Mística, também conhecida como Raven Darkhölme, possui origem desconhecida e mais de um século de idade (Universo HQ, 2015), mas o que mais chama a atenção na personagem é sua aparência física, com pele azulada, olhos amarelos e cabelos vermelhos. Possui o dom mutante da metamorfose, com habilidade para mudar de forma e assumir a aparência física que desejar.

No campo do ensino de genética possui um alto potencial para ser trabalhado em sala de aula. Temas como ácidos nucléicos, dominância e recessividade, hereditariedade e mutação podem ser abordados tendo a personagem como ponto de partida. Alguns autores como Catarinacho (2011) e Nascimento *et al*. (2016) fizeram uso dos filmes e personagens de X-Men para ensinar genética. Essa abordagem não esgota a potencialidade da personagem no ensino.

Algumas vezes considerada heroína, outras vista como vilã, Mística luta contra o preconceito aos mutantes, e em muitas oportunidades toma atitudes polêmicas nessa luta. Bissexual, a personagem também tem um relacionamento homossexual com a mutante Sina, e juntas adotaram outra mutante. A história em torno da personagem é rica e permite a abordagem de diversos temas éticos e sociais, como feminismo, preconceito racial e homofobia, que vão além da genética. Triviño (2012) mostrou em seu trabalho que os filmes dos X-men e seus personagens podem nos levar a reflexões éticas e jurídicas.

Não distante desse cenário de discussões sobre genética e ética, buscamos em Mendel, o monge cientista, personagem real importante que muito contribuiu para a descoberta das leis da hereditariedade, nosso outro representante para a Ciência contida neste trabalho. Gregor Mendel realizou vários experimentos com várias espécies de plantas até obter sucesso com as ervilhas da espécie *Pisum satuvum* (SNUSTAD e SIMMONS, 2001). Passou aproximadamente oito anos trabalhando nesse experimento. Sua perseverança foi essencial para que entrasse para a história e nos mostra que, em um experimento, podemos encontrar resultados insatisfatórios várias vezes antes de obter sucesso.

A pesquisa e descobertas de Mendel permaneceram às escuras por 35 anos antes de serem descobertas e receberem aceitação, tornando-se imprescindíveis para a compreensão da genética moderna (ASTRAUSKAS *et al.* 2009). Sua contribuição extrapola a ciência e alcança a arte ao servir de inspiração para filmes e séries de ficção científica, permitindo a criação de personagens como a mutante Mística e os X-Men. Destacamos aqui que as Leis de Mendel são conteúdo obrigatório de biologia no Ensino Médio, sendo abordadas de diferentes formas: Fala *et al*. (2010) utilizaram experimentos com a mosca *Drosophila melanogaster* para ensinar as leis de Mendel; Machado (2012) utilizou filmes comerciais para abordar temas genéticos e Gomes e Rocha (2014) criaram um jogo didático para auxiliar a assimilação do conteúdo da primeira lei de Mendel.

2.5 PRODUTO EDUCACIONAL: REVISTA DIGITAL GENETIKAR

Pensando na importância de comunicar nossa experiência com a oficina a nossos colegas professores de biologia, criamos a revista Genetikar (Figura 2.1), como uma ação complementar ao ensino de genética. Em seu conteúdo foi apresentado o passo-a-passo para organização e aplicação da oficina, assim como roteiros das atividades realizadas. A revista está disponível no Repositório da Capes, e pode ser acessada em seu endereço[4] eletrônico.

Figura 2.1: Capa da Revista Oficina Genetikar. Fonte: Jasper Design

[4] https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206984

Gomes (2014) descreve a revista digital como um material didático dinamizador, facilitador de aprendizagens e econômico. Alves e Rôças (2017) também defendem a utilização da revista digital como um recurso didático por motivar a interação, curiosidade e concentração de seus leitores. Destacamos também a potencialidade da revista digital para divulgação de relatos de experiências e trocas de saberes entre professores.

A revista digital é um recurso que pode ser utilizado pelo professor como suporte para a prática docente, pois possui potencialidade didática para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem (GOMES e MESSEDER, 2015). Dessa forma, sabendo do sucesso de outros professores-pesquisadores ao utilizarem o recurso (GOMES, 2014; GOMES e MESSEDER, 2015; ALVES e RÔÇAS, 2017) e buscando facilitar o acesso de professores ao conteúdo da Oficina Genetikar, escolhemos a revista digital como ferramenta de divulgação do nosso trabalho.

Contamos com o profissional Jasper Design, que atua no desenvolvimento de projetos gráficos para a confecção da revista, por termos referências de resultados satisfatórios de seus trabalhos. O profissional utilizou o programa *Adobe InDesign CC* 2018 para a diagramação da revista, já as imagens utilizadas foram retiradas do banco de imagens *Feepik* ou produzidas a partir do programa *Photoshop CC* 2018 e os vídeos foram retirados do *Youtube*. O desenvolvimento da revista seguiu as seguintes etapas: i) seleção do material a partir da dissertação de mestrado, observando os aspectos de adequação ao público que a revista é destinada; ii) elaboração do projeto gráfico, observando os aspectos tecnológicos que conferem as características de uma revista digital. Mantivemos contato com o profissional durante o período de elaboração do projeto gráfico, dando sugestões e colaborando até chegarmos à versão final da revista. Todo o processo de desenvolvimento da revista teve a duração de dois meses.

Ao iniciar a leitura da revista, o leitor terá contato com a apresentação do material, onde explicamos sua origem, objetivo e nos apresentamos como pesquisadoras responsáveis pelo projeto. É nosso convite a Genetikar. Na página seguinte, no sumário podem ser encontradas as sessões da revista. Na primeira sessão narramos as etapas de planejamento, divulgação e desenvolvimento da Oficina Genetikar.

Após a organização da oficina, descrevemos cada encontro, disponibilizando as sinopses dos filmes e séries assistidos, assim como os *trailers*, além das ferramentas e

metodologias utilizadas. Nas descrições dos encontros também podem ser encontrados quadros com a minutagem selecionada, o tema abordado e o tempo total de todos os trechos de filmes e séries exibidas durante a oficina.

Nossa expectativa é de que a revista da Genetikar possa inspirar professores a utilizarem as potencialidades de ciência e arte, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem de genética e incorporando a arte do cinema no repertório cultural de seus alunos.

Trazemos também os dois personagens que compõem o título desta dissertação de mestrado: Mística e Mendel. Apresentamos uma breve descrição dos personagens, relacionando Mística à ciência e arte e Mendel à ciência, além de destacarmos as possibilidades de se trabalhar temas como DNA, hereditariedade e mutação a partir da exploração pedagógica dos personagens. Pode-se notar a abordagem interdisciplinar com a arte não apenas nas atividades realizadas na oficina, mas também na apresentação da revista, que traz muitas ilustrações.

Trazemos ainda, nos apêndices da revista, uma ficha técnica dos filmes e séries assistidos durante a realização da oficina. Essas fichas contêm informações como nome da obra, minutagem, diretor, país de origem, sinopse e classificação etária. Também nos apêndices disponibilizamos os roteiros para os experimentos realizados na oficina.

Acreditamos que o conhecimento científico não pode ser visto como uma aquisição mediatista, mas como resultado de todo um trabalho de construção, correções e reconstruções de forma interpretativa dos fenômenos vivenciados. Buscamos, com a divulgação da revista Genetikar, mostrar mais uma possibilidade ao professor de Biologia por meio da associação entre Ciência e Arte, de tornar o caminho até os conhecimentos científicos mais contextualizado.

Outras potencialidades desse recurso didático que favoreceram nossa escolha foram o baixo custo de produção, o fácil acesso, já que pode ser acessada na internet ou pode-se fazer o download da revista, *layout* atrativo e dinâmico que motiva a interação e curiosidade dos leitores (GOMES, 2014; ALVES e RÔÇAS, 2017).

Lembramos que a revista Genetikar é apenas um instrumento para o ensino de genética, produzido com base em nossa experiência. Cabe ao professor que se interessar pelo

material adaptá-lo à realidade de suas turmas e atuar como mediador, favorecendo, assim, o processo de ensino-aprendizagem.

3 DA ARTE A CIÊNCIA: APROXIMAÇÃO ENTRE A FICÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE GENÉTICA

O cinema, desde seus primórdios, tem conexão com o mundo da ciência tanto pelo desenvolvimento de técnicas cinematográficas, como os recursos fotográficos e os equipamentos de projeção, quanto pela retratação dos avanços científicos. Autores como Araújo-Jorge (2007) e Rocque, Sawada e Figueira-Oliveira (2012) reforçam que a Arte pode se combinar com a Ciência como parte de uma estratégia pedagógica para a educação científica. A ciência e a arte (cinema), neste trabalho representadas pelo cientista Mendel e pela personagem fictícia Mística, combinaram-se, então, como parte de uma estratégia pedagógica.

Ribeiro (2004) defende que a articulação entre Ciência e Arte tem origem na natureza do próprio conhecimento. Para o autor, tanto a arte quanto a ciência podem e devem ser transmitidas ao homem, mas devemos atentar que:

> Arte e Ciência não se articulam, portanto, porque são simplesmente conhecimento, mas, de modo mais radical, são conhecimentos porque se encontram na experiência de criação, de criar-se, o que há muito esquecemos de chamar como verdade. Por isso a arte não só pode, mas deve se associar a toda vontade de exposição da verdade, desde que arte. (RIBEIRO, 2004, p. 20).

Concordamos com o autor, respeitando as particularidades da Arte e da Ciência, e unindo-as devido as possibilidades criativas do diálogo entre essas duas áreas do conhecimento humano para o ensino de ciências. De Masi (2000), propõe a substituição da mecanicidade das aulas tradicionais pela criatividade, que segundo o pesquisador é um trabalho coletivo. Vemos na arte essa possibilidade de substituir a mecanização do ensino pela criatividade.

Buscando abraçar essa criatividade, trazemos Mística, a mutante cinematográfica, para representar a relação entre Ciência e Arte contida neste trabalho. A personagem que pode ser vista ora como heroína, ora como vilã, traz à tona temas genéticos como mutação, DNA, genótipo, fenótipo e evolução. Todos esses temas se relacionam com a ética na ciência, preconceito e eugenia, que também circundam a personagem.

Tradicionalmente o ensino de genética é dividido em três áreas, a genética clássica, a genética molecular e a genética de populações. Cada uma dessas áreas apresenta suas particularidades, mas os temas apresentados em geral se relacionam entre si e requerem o aprendizado prévio de conteúdos estruturantes (LEAL, RÔÇAS e BARBOSA, 2014). Dentre esses conteúdos estruturantes estão citologia, mitose, meiose, ácidos nucléicos e outros, todos conteúdos que exigem dos alunos abstração para sua compreensão. Além da abstração para compreender esses conteúdos, há ainda o agravante do hiato pedagógico, no qual conteúdos que são estreitamente relacionados são ofertados em diferentes séries escolares, dificultando o processo ensino-aprendizagem (LEAL *et. al*, 2014a; LEAL *et. al*, 2014b).

A utilização de recursos audiovisuais, como os filmes comerciais, pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem de temas genéticos. Segundo Mueller e Caribé (2010), a tecnologia da comunicação teve início no século XIX e se expandiu no século XX, revolucionando a forma de se fazer divulgação científica, pois com o surgimento de ferramentas como o rádio, televisão, cinema, imprensa e, sobretudo, a internet, houve uma aproximação da ciência com o público em geral. Os meios para a divulgação científica podem ser variados, mas o objetivo principal é que a mensagem chegue de forma eficaz ao público.

O vídeo é um instrumento de divulgação científica capaz de atrair o interesse do público em geral, já que utiliza imagens e sons, sendo assim estimulante aos sentidos humanos que posteriormente podem ser direcionados a um objetivo específico. Para que atinja seu objetivo de levar a mensagem para o público de forma atrativa são necessários alguns requisitos, tais como trilha sonora cativante, qualidade nas imagens e utilização de efeitos visuais que não prejudiquem a essência da mensagem que se pretende transmitir (FERNANDES, 2006).

Buscamos, nesta pesquisa, responder ao seguinte questionamento: como tornar o aprendizado de conteúdos genéticos mais atrativo e contextualizado para alunos de uma turma de Ensino Médio técnico de um Instituto Federal de Ensino? Levando em consideração todos os benefícios que os recursos audiovisuais trazem para o ensino, a Arte, em forma de filmes, foi escolhida como recurso pedagógico para o ensino de genética. Assim, assumimos como nossos objetivos específicos: conhecer a linguagem cinematográfica como um elemento constitutivo de sua formação; analisar produções cinematográficas; estabelecer o diálogo entre a narrativa do cinema e os temas genéticos abordados em sala de aula a partir do

previsto pelo currículo e incorporar a arte do cinema ao seu repertório cultural, ampliando sua potencialidade no exercício de uma postura crítica e reflexiva.

3.1 OS FILMES E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A linguagem cinematográfica é diferente da linguagem utilizada no discurso científico, por isso é preciso ter cuidado ao analisar uma obra cinematográfica com o objetivo educacional. Deccache-Maia e Messeder (2016) alertam que as obras cinematográficas revelam formas específicas de ler e expressar o mundo; desse modo, não podemos analisar essas obras como peças científicas, apontando erros conceituais, por exemplo. A linguagem cinematográfica permite a extrapolação, "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" (PIASSI e PIETROCOLA, 2009, p. 527). Assim, não devemos buscar na obra cinematográfica a coerência científica.

Ferreira (2012, p. 10) critica essa análise ingênua que alguns professores fazem ao utilizarem filmes em sala de aula e afirma que por vezes torna-se:

> nocivo para a arte por rebaixá-la a construto de noções equivocadas, para o aluno por fazê-lo acreditar que existe uma verdade única e absoluta a ser aceita e que as demais, inclusive as suas, não passam de concepções ingênuas a respeito da natureza, e para o professor, por admitir que, ao passar um filme e apontar os seus erros e defeitos, está contribuindo para a alfabetização científica do aluno. [...] Com isso não afirmamos que é em vão o esforço do professor quando lança mão de filmes, e sim que, talvez, represente mais uma percepção ingênua das possibilidades do trabalho com a arte do que uma falta de comprometimento com o rigor e a precisão dos modelos teóricos envolvidos.

Neste trabalho buscamos romper com essa visão ingênua mencionada por Ferreira (2012), e colocamos a Arte (cinema) e a Ciência em um mesmo patamar, como algo a ser experimentado e vivenciado na sala de aula. Sobre a relação entre Ciência e Arte, concordamos com Read (2001, p.12) quando diz que não faz nenhuma distinção entre ciência e arte "exceto quanto aos métodos [...] A arte é representação, a ciência é explicação – da mesma realidade".

Segundo Anjos (2014), o que se assiste no cinema não são apenas concepções e ideias: vai muito além, com conceitos e imagens que não se limitam à lógica e buscam atingir os

sentimentos e emoções do espectador. Quando se utilizam vídeos em uma perspectiva crítica e analítica em sala de aula, o efeito causado é de maior abertura por parte dos alunos, que encontram mais prazer no aprendizado. Autores como Marcelino-Jr *et. al* (2004) e Arroio e Giordan (2006) defendem que uma atividade com vídeo pode exercer funções bastante diversificadas no processo de ensino-aprendizagem, como: informativa, motivadora, expressiva, avaliativa, conceitual, documental, investigadora, lúdica, metalinguística e atitudinal. Desta forma, os vídeos, além de serem atrativos para os alunos, podem ser utilizados para introduzir um conteúdo, ser um organizador prévio de conceitos ou criar uma identificação com o tema a ser estudado. A linguagem cinematográfica desenvolve múltiplas atitudes perceptivas e favorece o uso da imaginação e da afetividade (MORÁN, MASETTO e BEHRENS, 2009).

Nesse contexto e sobre essa relação, fazemos constar a afirmação de Read (2001, p. 60), expoente do movimento de educação pela Arte, quando afirma que: "percepções que resultam em imagens, sensações que resultam em sentimentos – estes são os materiais elementares a partir dos quais construímos nosso conceito de mundo e o nosso comportamento no mundo".

Vidal e Rezende Filho (2010, p. 50) defendem que as imagens presentes nos audiovisuais possuem funções além da esfera pedagógica, "participando da construção de outros conceitos e valores sociais, construindo autoridade de conhecimento e discurso científico, ajudando a construir e alterar subjetividades".

Neste trabalho, utilizamos os filmes e séries de ficção científica como um recurso lúdico de ensino, pois deve-se considerar que os alunos não aprendem todos da mesma forma e ao mesmo tempo, precisando, assim, de várias estratégias de ensino para favorecer suas aprendizagens (ANDRADE, 2000).

Apesar da importância dos filmes de ficção científica como recurso didático, Carrera e Arroio (2011) nos lembram que estes 0não devem substituir o contato direto do aluno com o objeto de estudo, mas sim conduzir a diversas formas de interações. Ressaltamos tal questão, pois a ciência é representada no cinema de diversas formas. Oliveira (2006) sugere uma divisão em oito classes de filmes: a) Documentários, cuja narrativa não envolve a construção de personagens humanos; b) Reconstruções de casos reais de descobertas e debates científicos; c) Filmes biográficos de personagens célebres da história da ciência; d) Filmes em

que cientistas históricos são envolvidos em uma trama ficcional; e) Filmes cujos enredos ilustram teorias ou debates sobre a ciência; f) Filmes que tratam da ciência no sentido amplo de visão de mundo, contrastando a perspectiva científica com outros modelos cognitivos (magia, senso comum); g) Filmes em que a ciência é o pano de fundo; h) Ficções científicas propriamente ditas, onde a ciência parece ser o argumento central.

A escolha pela ficção científica ocorreu pelo fato de que esse gênero de filmes já aborda naturalmente interesses em torno de questões científicas presentes na sociedade. Além disso, os efeitos especiais muitas vezes presentes provocam o interesse e curiosidade dos alunos. Piassi e Pietrocola (2009, p. 528) definem a ficção científica "não como um gênero que possui qualquer relação com a ciência, mas sim que emprega uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade". Apesar de não possuir a intenção de explicar o que é ciência ou ensinar conceitos científicos, os filmes de ficção científica podem ser utilizados no Ensino de Ciências justamente por levantar questões que se originam na ciência e por abordar nossa relação sociocultural com elas (PIASSI e PIETROCOLA, 2009).

Segundo Oliveira (2006), nos filmes de ficção científica a dimensão ficcional é evidente, pois em grande parte desses filmes as narrativas são fantasiosas ou irrealizáveis nas atuais condições de conhecimento científico. Embora possam ser otimistas (utopias) ou ameaçadores (distopias), os enredos mostram possíveis usos e implicações da Ciência e tecnologia. Aumont (1993) destaca a importância da relação entre o espectador e o filme de ficção científica, pois o espectador deve acreditar naquelas histórias inventadas enquanto assiste o filme, mesmo sabendo que não se trata da realidade, mas de uma recriação artística. Rocque, Sawada e Figueira-Oliveira (2012) nos convidam a pensar nas extrapolações do real que ocorrem nos filmes de ficção científica, que podem ser consideradas erros pelo olhar do cientista, contudo são partes da estratégia narrativa do filme.

A utilização de recursos audiovisuais é um recurso importante para o aprendizado ao possibilitar ao estudante uma percepção mais ampla do conteúdo, além de ser uma forma mais prazerosa de estudo. Cunha e Giordan (2009) sinalizaram o aumento da utilização de filmes na sala de aula há oito anos, devido à instalação de aparelhos de TV, vídeos e telas de projeção nas escolas. Isso é reforçado pelo início de projetos como "O Cinema Vai à Escola – A Linguagem Cinematográfica na Educação" da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, que envia à rede pública de ensino filmes de diversos gêneros em DVD, acompanhados de material de apoio à prática pedagógica.

Assim, a utilização de audiovisuais como recurso pedagógico não é uma novidade. Existem textos guias para o professor que orientam como se trabalhar com filmes em sala de aula. O Caderno de cinema do professor: dois (SÃO PAULO, 2009) apresenta algumas sugestões de uso dos filmes como recurso didático: a) Filme como ilustração e incremento do conteúdo curricular; b) Filme como um "texto" gerador de debates articulados a temas previamente selecionados pelo professor; c) Filme como um documento em si, que deve ser analisado e discutido como produto cultural e estético.

Não é raro encontrar trabalhos de pesquisa associando os filmes ao Ensino de Ciências. Entre eles destacam-se os estudos de Pereira *et al*. (2017), que utilizaram episódios da série The Big Bang Theory (2007 – atual) e dos filmes Interestelar (2014) e Jurassic Park (1993) para discutir diversos temas como buracos negros, paleontologia, ética e questões sociais, entre outros; Silva e Rosa (2013), que utilizaram episódios da série de ficção científica *CSI* (2000) para o ensino de química no ensino médio; Silva e Frenedozo (2011), que debateram diversos temas em genética a partir da exibição dos filmes de ficção científica como Quase Deuses (2005), DNA Assassino (2009), A Ilha (2005), Gattaca: experiência genética (1997) e Hemoglobina (1997); Gomes-Maluf e Souza (2008), que utilizaram o filme de ficção científica *Jurassic Park* (1993) para o ensino de ciências, entre outros.

Vidal e Rezende Filho (2010) pesquisaram sobre os gêneros de filmes mais utilizados por professores de Ciências e Biologia recém-formados, além da compreensão sobre as imagens representadas nesses filmes e a realidade. Os professores entrevistados relataram utilizar quase exclusivamente documentários e excluir de suas aulas animações e filmes de ficção científica devido à distribuição irregular de elementos geradores de discussões e principalmente pelos erros conceituais apresentados nesses gêneros. Bruzzo (1998, p. 24) desmistifica essa preocupação dos professores com os erros conceituais ao mostrar que "a fronteira entre os documentários e filmes ficcionais é cada vez mais frágil, com elementos ficcionais em documentários e filmes de ficção com jeito de documentário". A autora cita o filme de ficção científica O cineasta da selva (1997), que possui trechos de filmes documentais realizados pelo cineasta Silvino Santos na região amazônica.

Neste trabalho, nos inspiramos, principalmente, na pesquisa de Guedes e Moreira (2016), que utilizou seriados de TV sobre perícia criminal e simulações de laboratório para ensinar genética. Foi criada, então, a Oficina Genetikar, descrita no capítulo anterior, que, por meio de filmes e séries de ficção científica, buscou unir ciência e arte a fim de contextualizar

e trazer o mundo sensório para o ensino de temas genéticos. Descrevemos a seguir o percurso metodológico dessa pesquisa e nossos achados.

3.2 PERCURSO METODOLÓGICO

Este estudo pautou-se em uma abordagem qualitativa e consistiu em uma pesquisa do tipo participante, na qual, segundo Gil (2010), o pesquisador, além de produzir conhecimento, participa ativamente de todo o processo, comprometendo-se com as mudanças trazidas por ele. Segundo Schmidt (2006, p. 14), conhecimento produzido na pesquisa participante é coletivo, pois os sujeitos da pesquisa são colaboradores. Assim, "na medida que se participa da pesquisa como sujeito ativo, se educa e se organiza, apropriando-se para ação, de um saber construído coletivamente".

Schmidt (2006) faz uma relação interessante entre os encontros científicos e as pesquisas participantes. O pesquisador associa os encontros científicos a locais de trocas entre pares, assim como as pesquisas participantes como oportunidades de trocas entre professores pesquisadores, grupos ou indivíduos que estejam próximos ou distantes do meio acadêmico. Nesta pesquisa, essa troca entre pares ocorreu de diferentes formas: entre os professores pesquisadores que formam a comissão organizadora da Oficina Genetikar, por meio de reuniões, como já foi descrito anteriormente; e entre o Grupo de Pesquisas Ciência, Arte, Formação e Ensino (CAFE)[5] e professores da comissão organizadora da oficina que são membros do referido grupo de pesquisas, por meio das reuniões quinzenais.

A coleta de dados foi realizada durante a Oficina Genetikar, sendo utilizados instrumentos diversificados, tais como: observação, registro fotográfico e um diário de bordo. Silva e Duarte (2001) associam a escrita do diário de bordo à atividade reflexiva, que permite ao professor uma observação mais profunda sobre e nos acontecimentos da prática. Foi feita análise qualitativa dos dados, que tem como foco a atenção com o cotidiano dos sujeitos, possibilitando assim uma apreensão abrangente do fenômeno estudado (ALVES e SILVA, 1992). A Oficina ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), localizado em Nilópolis, município do Rio de Janeiro, tendo como colaboradores alunos do EMT em CAM, com faixa etária que varia de 15 a 18 anos.

[5] https://grupodepesquisacafe.wordpress.com/

3.3 ALGUNS ACHADOS E DISCUSSÃO DA OFICINA GENETIKAR

Os resultados obtidos durante a Oficina Genetikar estão organizados de acordo com o filme ou série exibido. As etapas de realização da oficina foram apresentadas no capítulo dois dessa dissertação.

GATTACA: experiência genética

Após a exibição do filme (figura 3.2), iniciamos a discussão, abrindo espaço para perguntas ou colocações dos alunos. Eles se mostraram bastante tímidos e quase não houve diálogo entre eles, dificultando o andamento da atividade. Recorremos ao roteiro para direcionar a discussão, havendo a adesão de alguns alunos que participaram. A professora regente interferiu algumas vezes para lembrá-los do conteúdo (DNA) visto na última aula deles, assumindo o título GATTACA como ponto de partida.

Figura 3.2: exibição do filme GATTACA: experiência genética. Fonte: autora

Leal, Rôças e Barbosa (2014) destacaram a importância do aprendizado prévio de conteúdos estruturantes para o ensino de genética, nesse caso o conhecimento sobre DNA, visto na última aula, que permitiu que os alunos entendessem a informação transmitida pelo filme e discutida posteriormente. Perguntamos, ainda, se os alunos sabiam o significado das letras que compõe o título do filme (GATTACA). Um dos alunos disse que sabia que se

relacionava com o DNA, mas não sabia a palavra exata. Como resposta, outro aluno disse *"nucleotídeo"*. Explicamos que os dois estavam muito próximos à resposta e que a palavra que eles procuravam era um dos componentes dos nucleotídeos. Como eles ainda não tinha tocado nesse conteúdo com a professora regente, dissemos a eles que as letras que forma o título do filme são as bases nitrogenadas. Perguntamos se haviam observado mais alguma curiosidade no filme. Como ficaram em silêncio, mencionamos a escadaria que aparece na casa do personagem Vincent (figura 3.3).

Figura 3.3: cena do filme GATTACA – Experiência genética (1997), mostrando escadaria com estrutura similar ao DNA. Fonte: Google imagens.

Uma aluna disse que ela tinha reparado e se parecia com um DNA. Aproveitamos para relacionar a escadaria com a estrutura do DNA, os corrimãos sendo a fita dupla hélice e os degraus conectando as bases nitrogenadas. Prosseguimos com a primeira pergunta contida no roteiro entregue aos alunos (apêndice B).

Quadro 3.16: Debate após exibição do filme.

Pergunta:	**Como podemos identificar o material genético por meio de um exame sanguíneo?**
Respostas:	*"hemácias"*

Fonte: as autoras.

Apenas um aluno respondeu, e pudemos perceber que os alunos não estavam apenas tímidos: eles tiveram dificuldade com alguns termos usados, como material genético. Eles não estavam relacionando material genético com DNA. Colocamos, então, uma pergunta diferente que não estava no roteiro: Qual é a estrutura que existe no interior de cada célula de nosso corpo e que é responsável por nossa informação genética?

"DNA" foi a resposta dada.

A resposta foi obtida após alguma ajuda da professora regente, que os lembrou do conteúdo visto na última aula, novamente lembrando-os dos conteúdos estruturantes (LEAL, RÔÇAS e BARBOSA, 2014). A hesitação dos alunos em participarem da discussão pode ter alguns motivos: timidez, falta de intimidade com os facilitadores da oficina, medo de dizer alguma coisa errada em voz alta, falta de familiaridade com o conteúdo. É importante lembrar que esses alunos haviam tido contato com a genética há apenas duas aulas, começando a pouco tempo a conhecer sua professora e o conteúdo apresentado. Prosseguimos com as perguntas apresentadas no roteiro.

Quadro 3.17: Debate após exibição do filme.

Pergunta	**Que outras estruturas podem ser utilizadas para identificar o material genético?**
Respostas	*"cabelo" / "xixi" / "batimento cardíaco"*

Fonte: as autoras

Na segunda pergunta mais alunos participaram, mostrando-se mais seguros em suas respostas. A pergunta feita tem relação direta com GATTACA – Experiência genética (1997), pois no filme são mostradas situações onde o material genético dos personagens é coletado de diversas formas como: sangue, pele, cabelo, urina e cílio.

Tendo obtido uma resposta incorreta - "batimento cardíaco" - e nenhum aluno tendo manifestado conhecimento da confusão do colega, perguntamos: como se retira DNA de um batimento cardíaco?

Neste momento, teve início a primeira troca de informação entre os alunos, em que foi dito que o batimento cardíaco não identificava geneticamente o personagem, apenas indicava

que ele estava saudável. No filme, o personagem Jerome, com problemas no coração que o impedem de atingir seu objetivo, utiliza a identidade de Vincent, homem saudável. Os batimentos cardíacos de Vincent são gravados em um dispositivo e utilizados por Jerome para enganar os avaliadores e, assim, ser considerado apto.

Lembramos aos alunos que em algumas cenas o personagem Jerome esfrega toda sua pele dentro de um incinerador. Perguntamos: por que ele faz isso?

"*Para não deixar a pele dele por ai e descobrirem a verdadeira identidade*".

A pele não havia sido citada como uma estrutura de onde se poderia obter material genético. Com a resposta à ultima pergunta, o aluno mostrou conhecimento de que a pele é uma estrutura que possui células e DNA em seu interior.

Quadro 3.18: Debate após exibição de filme.

Pergunta:	**Em um futuro como em GATTACA, os procedimentos para seleção de genes seriam usados apenas para excluir doenças ou as pessoas poderiam escolher características físicas de seus filhos?**
Respostas:	*"Escolheriam as características físicas, os pais do personagem escolheram a cor da pele, olhos e sexo do segundo filho".* *"Isso seria ruim, os nascimentos não seriam naturais".*

Fonte: as autoras

Os alunos que participavam da discussão foram unânimes em dizer que as pessoas se preocupariam em escolher as características físicas de seus filhos, assim como ocorreu no filme assistido, quando os pais de Jerome decidiram ter um segundo filho através da engenharia genética e escolheram características como o sexo, cor dos olhos, cabelos e pele.

Uma aluna se manifestou contrária à engenharia genética para seleção de características físicas de filhos, argumentando que seria ruim as pessoas não nascerem de forma natural, pois todos seriam parecidos.

Quadro 3.19: Debate após exibição do filme.

Pergunta:	**Caso a engenharia genética se tornasse um procedimento comum, haveria discriminação por causa do código genético de cada um? O que aconteceria com quem não pudesse pagar?**
Respostas:	*"No filme é comum escolher essas coisas".* *"As pessoas que não pudessem pagar sofreriam preconceito".*

Fonte: as autoras

Um aluno lembrou que, no filme, a engenharia genética é uma prática comum, e outro aluno disse que as pessoas sofreriam preconceito, assim como ocorreu no filme. Comparamos a engenharia genética com os testes de DNA, que são cada vez mais comuns e nem por isso são acessíveis à grande parte da população, lembrando que muitas pessoas não têm acesso a um teste de paternidade, por exemplo.

Quadro 3.20: Debate após exibição do filme.

Pergunta:	**Seria bom ou ruim ter um banco nacional com os dados genéticos da população?**
Respostas:	*"bom" / "ruim" / "as vezes bom e as vezes ruim"*

Fonte: as autoras

Não houve consenso na resposta à pergunta colocada acima. Foi o momento em que mais alunos participaram dando suas opiniões. Pedimos, então, para que eles explicassem por que seria bom ou ruim.

"Porque as pessoas não teriam tantas doenças".

"Porque as pessoas poderiam tratar doenças antes delas aparecerem".

"Quem tivesse doenças graves não conseguiria emprego".

Todos os motivos dados pelos alunos durante a discussão estavam relacionados à saúde das pessoas. Esse fato não passou despercebido e provavelmente se deve ao personagem Jerome de GATTACA ter uma doença cardíaca e, consequentemente, ter

empregos negados a ele por isso. Aproveitamos que os alunos estavam refletindo sobre saúde e lançamos uma nova pergunta: como seria se os planos de saúde tivessem acesso às informações de cada doença que uma pessoa pudesse desenvolver ao longo de sua vida?

"Eles iam cobrar mais caro de quem tivesse mais doenças".

"Quem fosse pobre não poderia ter plano de saúde".

"Quem tivesse doenças graves não teria emprego e nem plano de saúde".

As respostas obtidas estão de acordo com o que foi visto no filme, o que nos mostra que houve uma reflexão e associação das ideias apresentadas em sua exibição. Pereira et. al (2017) também notaram um vasto repertório científico ao utilizarem o filme de ficção científica Interestelar (2016) para gerar debates. Assim, podemos afirmar que os filmes de ficção científica, se analisados levando em consideração a extrapolação característica desse gênero, são uma excelente forma de abordar e discutir temas científicos e sociais.

Silva e Frenedozo (2011) também utilizaram filmes de ficção científica, entre eles Gattaca: experiência genética, para introduzir temas genéticos, seguido por discussão estimulada por perguntas feitas pelo professor. Os pesquisadores observaram a compreensão dos conteúdos abordados e o rompimento com a rotina escolar. A utilização do filme GATTACA: experiência genética na Oficina Genetikar foi muito comentada e dividiu a opinião dos alunos, que declararam:

"O filme Gattaca despertou um grande interesse, todos os momentos passados foram de grande importância e divertidos". (Aluno 2)

"Mudaria o filme Gattaca, pois é um filme muito chato". (Aluno 16)

<u>Planeta dos Macacos: a origem, Arquivo X, Jurassic World e *X-Men*</u>

Parte dos alunos conhecia e gostava dos filmes e série exibidos, vibrando principalmente com as cenas de *Jurassic World* e *X-Men*. Fernandes (2006) destaca a importância de elementos como uma trilha sonora cativante e a utilização de efeitos visuais para que a mensagem transmitida pelo filme seja captada pelos espectadores. Os alunos reagiram a isso e perguntavam aos outros sobre as cenas que não haviam sido selecionadas. Assim, houve bastante interação entre eles, que conversaram principalmente sobre os filmes e a série.

Poucos alunos haviam assistido a série Arquivo X, já que o episódio exibido é de 1994 e a faixa etária dos alunos varia de 15 a 18 anos. Mas, apesar de ser mais antiga e não possuir grande qualidade nas imagens ou efeitos visuais atrativos, ela possui um clima de suspense e terror que atraiu a atenção deles.

Com o início da atividade de debate com o tema engenharia genética, os alunos representantes se apresentam, o cientista e a religiosa estão caracterizados de acordo com seu papel social no debate (Figura 3.4). O cientista está vestido com um jaleco e a religiosa veste roupas discretas e traz uma bíblia na mão. Não sugerimos que os alunos se vestissem assim, apenas que lessem o material disponibilizado e procurassem outras fontes para formular seus argumentos. Também não foi algo combinado por todos, já que apenas dois grupos se decidiram por essa estratégia. Os grupos mostraram-se bastante animados para a atividade: antes mesmo de o debate começar, uns provocavam os outros.

Figura 3.4: alunos prontos para iniciar a atividade inspirada na Técnica da Controvérsia Controlada, representando os respectivos atores sociais de debate: religiosa, cidadão comum, professor, cientista e empresário. Fonte: autora.

A ordem de fala dos representantes foi decidida de forma aleatória com que se distribuíram na mesa reservada para eles. O primeiro a falar foi o aluno representante do grupo do empresário. Ele se apresentou como representante de uma empresa que trabalha com biologia aplicada e falou sobre como a ciência é lucrativa e como isso estimula o investimento em pesquisas para a cura de doenças e produção de vacinas. Defendendo o seu personagem, falou que o lucro obtido pela ciência não é uma coisa ruim, pois gera empregos, ajudando a

população. O aluno relacionou as leituras de seu grupo com as cenas dos filmes Planeta dos Macacos: a origem e Jurassic World, argumentando que o investimento na ciência, no caso das obras fílmicas, trouxe a cura de uma grave doença degenerativa e mais diversão para o parque dos dinossauros.

Os alunos que assistiam ficaram muito animados, chegando a atrapalhar a fala do aluno algumas vezes com vaias ou aplausos. Interferimos explicando que todos deviam fazer silêncio e ouvir o colega, já que era o momento de ele expor a opinião de seu grupo sobre o assunto. Os outros membros do grupo empresário não tentaram ajudar o colega em sua argumentação, que parecia estar bem nervoso.

O grupo empresário decidiu-se por uma abordagem aberta sobre o objetivo de obter lucro com a ciência, no lugar da abordagem utilizada por várias empresas que se dizem estar preocupadas com a saúde e bem-estar da população quando, na verdade, estão interessadas no lucro a qualquer custo. Isso tirou a credibilidade do debatedor, que deveria convencer seus colegas a concordarem com seu ponto de vista. O aluno fugiu do tema central do debate, que era engenharia genética, falando de ciência no geral.

Após a apresentação do empresário foi a vez do cientista, que adotou uma postura em que procurava mostrar-se superior no argumento, de detentor de conhecimento e prometeu "uma sociedade aprimorada, onde as pessoas nascem perfeitas e não tem doenças" com a ajuda da ciência. O aluno adotou a mensagem do filme GATTACA: experiência genética, assistido no primeiro encontro, de uma sociedade perfeita, sem violência. As cenas dos filmes e da série assistidos antes do debate não foram mencionados. Bem mais a vontade do que seu colega, o aluno fazia trejeitos com as mãos e expressões engraçadas, dando uma personalidade exótica para seu ator social de debate, como se ele fosse um cientista louco. Adotando, portanto, o estereótipo atribuído aos cientistas em alguns estudos (DE MEIS *et al.*, 1993), principalmente aos cientistas representados em filmes de ficção científica (OLIVEIRA, 2004).

O grupo cientista tentou auxiliar seu representante, postura desejada pela equipe de pesquisa quando escolheu a Técnica da Controvérsia Controlada, e pediu que ele falasse sobre os transgênicos, conteúdo que a professora regente havia começado a abordar na última aula deles juntamente com o conteúdo de engenharia genética. O aluno defendeu os alimentos transgênicos como a solução para a fome no mundo.

A seguir o professor de ciência apresentou seus argumentos, começando por se apresentar como um professor pós doutorando em genética. Ele disse possuir uma visão global sobre a ciência e que a engenharia genética deve ser pensada por vários ângulos, como científico, ético e financeiro, que formam os vários prismas da ciência. O aluno afirmou que "ensinar por vários prismas facilita a aprendizagem de genética", sendo seu objetivo "iluminar as massas". O aluno também não fez referência a nenhum dos filmes ou série exibida. Podemos especular que os alunos procuraram demonstrar reflexão própria sobre o tema, uma outra forma de debaterem o assunto.

A seguir o cidadão comum se apresentou, dizendo que estudou genética quando estudou biologia no ensino médio e que se lembra do conteúdo de engenharia genética quando estudava para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). O aluno explicou o que é a engenharia genética e para que é usada, citando os alimentos transgênicos. Ele disse que "a engenharia genética é boa", mas que não confia nos laboratórios, que muitas vezes usam a ciência para o mal, criando, por exemplo, "vacinas que causam autismo". O aluno não mencionou nenhum dos filmes ou série assistida e seu grupo não fez nenhuma contribuição para seus argumentos.

Por último, apresentou-se a única participante feminina, representando os religiosos. A aluna disse ser cristã e leu um trecho do livro Gênesis da bíblia, onde diz "Deus criou as espécies". A aluna criou toda a sua argumentação em cima do livro da bíblia, dizendo que quando queremos modificar o que Deus criou, causamos danos, como visto nos filmes Planeta dos Macacos: a origem e *Jurassic World*. A aluna relacionou a engenharia genética com cada filme e as consequências que isso trouxe, dizendo que o ser humano não tem total ciência sobre a genética, que "é perigoso mexer com isso; Deus compreende, o homem não".

Após as apresentações, cada ator social do debate fez uma pergunta a outro participante. A primeira a perguntar foi a representante do grupo dos religiosos, que escolheu o cientista para responder sua pergunta:

Quadro 3.21: Pergunta da religiosa para o cientista.

Pergunta:	**“As alterações nas plantas transgênicas não criam resistência nos animais? Isso não pode afetar os ciclos e criar extinções?”**
Resposta:	*“Há planejamento antes de modificar espécies, essas não são mudanças significativas. Caso ocorra algum problema, nós cientistas vamos encontrar uma solução. De qualquer forma, a extinção de espécies seria um mal menor do que a extinção da humanidade por falta de comida”.*

Fonte: as autoras

O grupo dos religiosos voltou ao assunto dos transgênicos, apesar de ainda não terem estudado a fundo esse conteúdo. Por ser um assunto polêmico que é discutido constantemente na mídia, pode ter aumentado o interesse deles. As reflexões sobre o papel da ciência estão, portanto, no cotidiano desses alunos. Na resposta do cientista vemos a falta de preocupação com os recursos naturais e a confiança de que a ciência vai salvar a humanidade de qualquer coisa. A atividade segue com a pergunta do professor de ciências para a religiosa.

Quadro 3.22: Pergunta do professor de ciências para a religiosa.

Pergunta:	**“Você não acha que a religião atrapalha o uso de células embrionárias? Isso não evita que vidas sejam salvas?”**
Resposta:	*“Um embrião é uma vida sendo gerada, você não pode comprometer aquela vida. Nós, como cristãos, acreditamos que uma vida não vale mais do que a outra. Nós já vimos que a escolha de características físicas dos filhos traz consequências, causa preconceito. Qual é o objetivo disso? Se isso ocorresse na China, ninguém teria filhas mulheres”.*

Fonte: as autoras

Células embrionárias foi um assunto estudado pela turma na aula anterior com a professora regente, quando ela falou sobre técnicas de engenharia genética. O grupo dos professores de ciências mostraram que houve uma integração entre as aulas regulares e a Oficina. Em sua fala, a religiosa traz novamente o filme GATTACA: experiência genética, onde num futuro distópico os pais são capazes de escolher o sexo e as características físicas

de seus filhos por meio da engenharia genética, o que acaba por criar uma sociedade de castas. Ao trazer as imagens do filme assistido para compor seus argumentos, a aluna mostra que essas imagens tiveram um papel importante na construção de conceitos e de seus valores sociais (do personagem social do debate) como defendido por Vidal e Rezende Filho (2010). A aluna continua baseando seus argumentos no livro da bíblia, dizendo que todas as vidas possuem o mesmo valor.

Com a mudança do tema do debate para mutação, o primeiro a falar foi o aluno representante do grupo do professor, que explicou a forma que ocorrem as mutações, mencionando as alterações das bases nitrogenadas e a forma que essas mutações passam para os descendentes, caso ocorram no DNA. O aluno falou ainda que as mutações são processos naturais e que são responsáveis pela variabilidade genética, mostrando domínio sobre o assunto visto anteriormente nas aulas regulares com a professora Valéria Vieira.

Em seguida foi a vez do aluno representante do grupo do empresário, que falou sobre os malefícios das mutações e de como são prejudiciais. Falou, ainda, sobre a importância do avanço da tecnologia para que essas mutações possam ser combatidas. Após a fala do aluno, foi a vez do representante do grupo do cientista, que aproveitou a fala do colega para dizer que nem todas as mutações são maléficas. Mencionou a importância das mutações para a variabilidade genética e evolução. O aluno atuando, manteve uma postura de superioridade intelectual, como se explicasse fatos científicos para um público leigo, onde o cientista é o único detentor do conhecimento, outro estereótipo atribuído aos cientistas (DE MEIS *et al.*, 1993; OLIVEIRA, 2004).

Após a apresentação do cientista, foi a vez do aluno representante do grupo do cidadão comum falar. O aluno disse que fica muito confuso com esse assunto, pois cada hora tem uma informação contrastante com a outra, não sabendo dizer se as mutações são benéficas ou maléficas. Ele disse acreditar que o avanço da tecnologia pode causar mutações e nos prejudicar no lugar de ajudar.

Por último, a representante do grupo dos religiosos se apresentou, citando os tipos de mutação: benéficas, maléficas e que não trazem benefícios e nem malefícios. A seguir disse que Deus criou o homem e que tudo o que acontece é com a permissão Dele, que o homem não deve interferir na criação divina. Ela diz ainda que as mutações simuladas em laboratório são abominações e que o homem não deve brincar de ser Deus.

Após as apresentações foi iniciada a rodada de perguntas. Os alunos que não perguntaram no debate anterior fizeram suas perguntas com o tema mutação. O primeiro a perguntar foi o representante do grupo do cidadão comum, que escolheu o empresário para responder sua pergunta:

Quadro 3.23: Pergunta do cidadão comum para o empresário.

Pergunta:	**"Como podemos saber se essas pesquisas que fazem nos seus laboratórios são seguras?"**
Resposta:	*"Existem vários testes que são feitos antes que essas pesquisas cheguem às pessoas. São utilizados animais, como os chimpanzés, por exemplo. Há uma taxa muito baixa de erro, é tudo super seguro".*

Fonte: as autoras

Os trechos dos filmes que os alunos assistiram mostraram cenas de laboratórios onde animais eram utilizados como cobaias para experimentos, talvez por esse motivo eles tenham abordado este tópico. O aluno não escolheu uma pergunta sobre mutação. A atividade seguiu com o cientista perguntando para o cidadão comum.

Quadro 3.24: Pergunta do cientista para o cidadão comum.

Pergunta:	**"Existe visibilidade dos avanços científicos para o cidadão comum?"**
Resposta:	*"É importante que os cientistas se preocupem com os problemas do mundo, vocês precisam criar soluções para a gente. Eu não sei muito do que acontece nos laboratórios, as minhas opiniões são baseadas nas notícias que vejo no facebook".*

Fonte: as autoras

Mais uma vez a pergunta sobre mutação foi evitada, o que pode ter sido motivado pelos alunos terem ainda muitas dúvidas sobre o tema. Schmidt (2006), ao se referir a situações de pesquisa de campo de uma pesquisa participante, diz que pesquisador e colaborador fazem um esforço de mútua compreensão, negociando a pertinência de

determinadas temáticas. Considerando o exposto, não insistimos para que os alunos refizessem suas perguntas com o tema mutação, deixando-os confortáveis para abordarem outros temas dentro da genética. Fechando a última rodada de debates, o empresário faz para o cientista uma pergunta sobre ética:

Quadro 3.25: Pergunta do empresário para o professor.

Pergunta:	**"Nós vimos no filme Planeta dos Macacos que o cientista usou o próprio pai como cobaia para sua pesquisa. Você faria a mesma coisa, usaria um familiar como cobaia para pesquisas?"**
Resposta:	*"Não se isso pudesse matar".*

Fonte: as autoras

A última pergunta causou muita polêmica entre os alunos, que quiseram se manifestar sobre o assunto. Várias perguntas foram levantadas por eles: É ético esse tipo de teste? É permitido usar humanos como cobaia? Por que os animais são usados como cobaia? No episódio exibido da série Arquivo X, humanos são utilizados como cobaia clandestinamente em um experimento. Foi discutida a diferença entre as duas situações, onde as pessoas sabem que estão participando de uma pesquisa e estão cientes do que isso pode causar a elas e, na série, onde as pessoas foram sequestradas e obrigadas a ser cobaias do experimento.

Para finalizar a atividade, pedimos aos representantes de cada grupo que se despisse de seu personagem e dissesse com qual visão mais se identifica pessoalmente e que justificasse. A aluna representante do grupo dos religiosos disse se identificar com a visão do professor, ela acha a ciência interessante, que deve haver avanço científico, que ele é benéfico, mas deve ser controlado, pois não sabemos de tudo.

O aluno representante do cidadão comum disse se identificar mais com a visão do cientista. Ele disse que o cientista deve ser o "farol do progresso" e que falta muito conhecimento sobre ciências para o público em geral, o que torna algumas pessoas céticas e fazem outras acreditar em qualquer coisa que escutem como teorias da conspiração. O aluno acredita ainda que deve haver um grande cuidado com as empresas que veem a ciência como uma grande fonte de lucros.

O aluno que representou o cientista disse se identificar mais com o cidadão comum, pois muitas vezes se sente perdido com as informações sobre avanços científicos. Ele acredita que esse avanço deve acontecer, pois traz muitos benefícios. As coisas ruins que possam vir com esse avanço serão minimizadas, de acordo com o aluno, que diz acreditar que a ciência é capaz de resolver todos os problemas.

O representante do grupo do empresário disse se identificar com a visão do professor, por essa ser mais ampla e ética. O aluno disse ter se sentido incomodado por representar o empresário, pois segundo sua percepção, esse grupo social "não tem ética e não pensa nas pessoas, apenas no próprio lucro". A visão do religioso também incomodou o aluno, que pensa que Deus deu a capacidade de pensar e criar às pessoas, então não devemos temer fazer isso. O aluno finalizou declarando que o conhecimento é essencial para a evolução da nossa sociedade e que devemos sempre buscá-lo.

Por fim, o aluno que representou o grupo do professor expôs sua percepção e disse que acha errado se manter longe do progresso por medo que alguma coisa dê errado no processo. Segundo o aluno, devemos cuidar do erro quando ele acontecer e devemos ter cuidado para não prejudicar uma pessoa enquanto tentamos ajudar outra. Ele teve dificuldades em escolher a visão de um dos personagens do debate e perguntou se poderia escolher mais de uma visão, escolhendo o cientista, empresário e religioso.

A dúvida do aluno levantou uma discussão importante, sobre a percepção de cada um deles. Lembramos que nem todo empresário, cientista, professor, religioso ou cidadão comum pensa de acordo com o mostrado nos debates, há variações e inúmeras exceções. Além disso, uma visão não exclui a outra, é possível, como o aluno nos mostrou, que várias delas coexistam. Não foi possível aprofundar essa discussão devido ao tempo da oficina, ao final do encontro pedimos aos alunos que pensassem nos temas que haviam sido discutidos nos dois primeiros encontros e trouxessem suas dúvidas no próximo encontro.

Os alunos (Figura 3.5) levantaram várias questões éticas em cima dos temas científicos abordados nos trechos de filmes e séries exibidos na Oficina Genetikar. Esses questionamentos corroboram o afirmado por Vidal e Rezende Filho (2010), que os audiovisuais participam da construção de valores sociais, não se limitando a conteúdos conceituais. Os filmes de ficção científica mostraram-se uma escolha acertada para introduzir

o tema dos debates, permitindo que os alunos tivessem uma visão ampla e contribuindo para a formação de seus argumentos.

Figura 3.5: alunos após a atividade de debate. Fonte: Valéria Vieira.

A atividade inspirada na Técnica da Controvérsia Controlada permitiu que os alunos se tornassem ativos na oficina. Puderam ser desenvolvidas várias habilidades como falar em público, trabalhar em conjunto, aprender a ouvir os colegas sem interferir em sua fala, refletir sobre diferentes pontos de vista, argumentar e tentar chegar a solução de impasses. Sobre a atividade, um aluno declarou:

"Apreciei a forma com que trabalhamos, promovendo o trabalho em grupo e compartilhando pensamentos a respeito do assunto". (Aluno 27)

Vidal e Chrispino (2016), ao preconizarem a referida técnica com alunos com a mesma faixa etária, também encontraram alunos participativos e satisfeitos com a atividade. Os pesquisadores também utilizaram a ficção científica, mas na forma de HQs, para introduzir o tema da controvérsia, corroborando a atração que a ficção científica exerce sobre os adolescentes.

A Mosca

Debatemos as perguntas trazidas pelos alunos, que foram poucas e sobre os enredos dos filmes assistidos anteriormente. Foram feitas apenas duas perguntas sobre os temas debatidos nos encontros anteriores ou vistos em sala de aula: sobre transgênicos e engenharia

genética. Mais uma vez, eles se mostraram muito interessados nos filmes, mas apresentaram dificuldades em relacioná-los com os temas discutidos nos encontros.

Após a discussão sobre as dúvidas, foram exibidos trechos do filme A Mosca (1986). Os alunos estavam ansiosos para assistir a obra, por se tratar de um filme de terror famoso por suas cenas fortes. Apenas três alunos haviam assistido o filme antes, sendo que dois deles assistiram ao saberem que exibiríamos alguns trechos na oficina. Novamente há um hiato temporal entre o ano de lançamento do filme e o ano médio de nascimento dos alunos participantes da oficina. O tema a ser abordado nesse encontro foi transgênico.

Todos prestam atenção ao filme e há pouca conversa durante a exibição dos trechos selecionados. Os alunos vibram durante as cenas de metamorfose do cientista e comentam sobre o filme. Após a exibição, falamos sobre seus acontecimentos, relacionando-os com o tema, transgênicos, visto anteriormente nas aulas regulares com a professora regente. Esse é um tema que eles mostraram domínio e interesse em debater. Concluímos que a criatura formada no acidente do filme poderia ser considerada um transgênico, já que foi formada pela fusão do DNA de duas espécies diferentes. Sempre lembrando que os filmes de ficção científica não possuem a intenção direta de explicar o que é ciência ou ensinar conceitos científicos, cabendo ao professor ou mediador problematizarem o tema junto à turma. Os filmes de ficção científica têm a liberdade de extrapolar a realidade, como defendido por Piassi e Pietrocola (2009), Rocque, Sawada e Figueira-Oliveira (2012) e Deccache-Maia e Messeder (2016).

Após assistirem os trechos do filme e fazerem a reflexão, os alunos se dividiram em quatro grupos e cada um recebeu uma cópia de um artigo (BBC, 2014) e uma pergunta geradora. As perguntas geradoras, assim como as demais etapas da oficina, foram descritas no capítulo dois desta dissertação. Os alunos acharam o artigo fácil de entender e declararam gostar do tema abordado. Acreditamos que a divulgação de descobertas científicas pela imprensa é uma forma de fomentar o debate sobre temas científicos. O professor pode aproveitar a polêmica dessas descobertas para explorar os conceitos científicos, fazendo assim uma ligação entre o conteúdo escolar e o cotidiano da sociedade (DIAS FILHO e ANTEDOMENICO, 2010).

A pergunta do primeiro grupo tinha como tema os benefícios e malefícios causados pelos transgênicos, solicitando a opinião do grupo sobre isso. O grupo citou argumentos pró e

contra os alimentos transgênicos e concluíram que são necessárias mais pesquisas na área para garantir a segurança de consumo desses alimentos. Eles declararam-se receosos sobre o efeito dos alimentos transgênicos na cadeia alimentar.

O segundo grupo, cuja pergunta tinha como tema o símbolo dos transgênicos em embalagens de alimentos geneticamente modificados, mostrou-se surpreso, assim como os demais alunos, ao saber que existe um símbolo indicando se o alimento é transgênico. Foi mostrada uma foto do símbolo e nenhum dos alunos o conhecia. O grupo chegou a conclusão de que a embalagem deveria vir com o símbolo e com as palavras “contém transgênico”, pois assim como eles, muitas pessoas não conhecem o símbolo, apesar de ser mais chamativo do que as palavras. Os alunos acreditam que deveria haver uma divulgação maior sobre os transgênicos, que as pessoas deveriam conhecer para poder decidir se querem ou não consumi-los.

A pergunta causou comoção entre os alunos, que procuraram o símbolo nos pacotes de biscoitos que tinham. Perguntamos se eles consomem alimentos transgênicos com frequência e se eles se sentem seguros consumindo esses alimentos. Alguns se sentem seguros e outros não, mas todos concordaram que não deixariam de comer os alimentos que eles gostam por serem transgênicos.

O terceiro grupo, cuja pergunta abordava ONGs que se opõem ao cultivo de transgênicos, declarou que a pesquisa sobre transgênicos é recente e que as organizações como o Greenpeace se preocupam com os efeitos a longo prazo sobre o meio ambiente. Eles disseram se preocupar também, mas confiam nas pesquisas e acreditam que, caso ocorra algum problema proveniente do consumo e produção de transgênicos, ele será solucionado. Essa pergunta também gerou uma discussão entre alguns alunos que não concordaram com a opinião do grupo e argumentaram.

A pergunta do quarto grupo, que abordava pesquisas com animais transgênicos, também foi debatida por algum tempo e os alunos a relacionaram com o filme Planeta dos Macacos (2011), assistido no segundo encontro da oficina, e com o filme A Mosca (1986). O grupo responsável inicialmente por responder a pergunta disse concordar com essas pesquisas, pois ocorrem em ambientes controlados e trazem benefícios para toda a sociedade. Os alunos que participaram ativamente do debate mostraram domínio do assunto e interesse em discuti-lo.

House e *Black Mirror*

Os alunos assistiram os trechos selecionados com empolgação e interesse, não houve dispersão ou conversa durante a exibição. Desta vez, um número maior de alunos conhecia as obras exibidas e eles contaram aos outros toda a história dos episódios, tomando a iniciativa de debatê-los (Figura 3.6). Mais uma vez o tema ética foi enfatizado, sendo discutidos os acontecimentos dos episódios de *Dr. House* e *Black Mirror*.

Figura 3.6: após assistir trechos de Dr. House e *Black Mirror*, os alunos discutem sobre as questões éticas apresentadas nas séries. Fonte: autora.

Após assistirem os trechos das séries e fazerem a reflexão, os alunos se dividiram em cinco grupos e cada um recebeu uma cópia de um artigo, que foram retirados de revistas científicas populares na internet. Os grupos se organizaram e fizeram a leitura e discussão do material. Alguns alunos pediram ajuda e tiraram dúvidas, havia interação entre eles, mas também conversas paralelas. Após trinta minutos, os grupos compartilharam suas conclusões com todos os outros.

O primeiro e o terceiro grupos fizeram a leitura de artigos sobre quimerismo, assunto abordado no episódio da série Dr. House. Os alunos não conheciam essa condição genética, relacionaram as informações do artigo com o episódio da série. Eles indicaram outra série de ficção científica que aborda o quimerismo, apesar de não mencionar o nome da condição, *Teen Wolf* (2011-atual). O grupo conseguiu entender o conteúdo abordado no artigo e relacionou-o à série assistida na oficina e a outra série que eles acompanham. A indicação dos

alunos nos mostra que eles assistem ficção científica, que essa temática é mobilizadora, passível de associação com conceitos reais e está inserida no meio cultural ao qual eles têm acesso.

O segundo grupo ficou com a leitura do artigo sobre doenças genéticas, que também aborda questões éticas. Os alunos explicaram para todo o grupo que doenças genéticas ocorrem devido a falhas no DNA e que se manifestam ao longo da vida. Eles falaram sobre preconceito, citando os hermafroditas, que enfrentam problemas para se relacionar amorosamente. Doenças genéticas e questões éticas foram temas do episódio de *Black Mirror*, assistido no início do encontro, apesar do grupo não ter feito a relação entre a série e o artigo.

O quarto e quinto grupos escolheram artigos sobre fertilização in vitro, tema abordado na série *Dr. House*. Os alunos disseram que a motivação para realizar uma fertilização in vitro, assim como ocorreu no episódio de *Dr. House* é infertilidade ou uma produção independente. O grupo discordou sobre a questão ética envolvida na seleção de embriões geneticamente saudáveis, uma parte do grupo defendeu a ideia de que os pais devem poder escolher ter um filho saudável, enquanto a outra parte do grupo entendeu que essa seleção pode levar à segregação. O grupo se empenhou na discussão dessa questão, continuando mesmo após a finalização da atividade. Eles lembraram que o filme GATTACA: experiência genética, assistido no primeiro encontro da oficina, também trouxe essa discussão de seleção de embriões geneticamente saudáveis e segregação. Destacamos que GATTACA: experiência genética foi o primeiro filme assistido na oficina e os alunos foram capazes de associá-lo a outra série em um contexto diferente, validando, assim, a experiência da oficina.

O assunto continuou a ser discutido e um aluno lembrou que eles já haviam falado sobre experimentos com humanos no segundo encontro da oficina, durante a atividade inspirada na Técnica da Controvérsia Controlada. Eles falaram sobre a política do presidente americano Donald Trump com os países latinos, sua posição de superioridade e atitude de exploração. O grupo relacionou os mexicanos que participaram das pesquisas de substituição mitocondrial, conforme narrado no artigo, com os animais que são cobaias em laboratórios em todo o mundo. Debate necessário e relevante, considerando como a política do país norte americano nos afeta e ao restante do mundo. Destacamos que a conversa tomou esse rumo por iniciativa dos alunos, o que evidencia a maturação das ideias propostas e debatidas ao longo dos encontros anteriores.

Ciência e Arte: estrelando os alunos!

A fim de compartilhar suas impressões sobre a oficina, o primeiro grupo fez a apresentação de um vídeo criado coletivamente, utilizando trechos de entrevistas com cientistas famosos como Neil deGrasse Tyson e Carl Sagan, onde eles falavam sobre ciência e ética. O grupo apresentou também um jogo de autoria deles e convidou todos a jogá-lo (Figura 3.7). O jogo consistia em formar frases concisas sobre os assuntos abordados na oficina a partir das palavras escritas em pedaços de papel que eram retiradas de um saco. O grupo que formasse as frases corretas primeiro seria o ganhador do jogo.

Figura 3.7: alunos participam de jogo criado pelo grupo um. Fonte: autora.

O vídeo chamou bastante atenção pela qualidade da edição e conteúdo, os alunos buscaram como fonte documentários sobre ciência, como a série Cosmos (1980), Cosmos: uma odisseia no espaço-tempo (2014) e Poeira das Estrelas (2006). Um dos alunos participante do grupo já havia dito ser fã dessas séries e indicou-as para serem exibidas na oficina, quando explicamos que estávamos exibindo apenas filmes e séries de ficção científica. Todos tiveram atenção ao vídeo, que foi muito aplaudido ao final de sua exibição. O jogo criado pelo grupo também fez sucesso entre os outros alunos, que se empenharam para criar as frases e ganhar. A estrutura do jogo é interessante, pois demanda um conhecimento

sobre temas genéticos para que as frases sejam formadas, o que corrobora com nossa ideia de que, nutridos de recursos e incentivos variados, os alunos podem associar com mais facilidade conteúdos partilhados em sala de aula. Não basta apenas ser o mais rápido para vencer o jogo, pois é importante que as frases formadas estejam corretas e não sobre nenhuma palavra ao final.

O segundo grupo preparou uma apresentação de *slides* onde mostrava conceitos como DNA, engenharia genética e transgênicos, debatidos durante os encontros da oficina. Os alunos também confeccionaram uma maquete mostrando os equipamentos e processo da eletroforese, experimento observado pelos alunos como será descrito no capítulo quatro desta dissertação. Assim como o primeiro grupo, eles prepararam um jogo (Figura 3.8) e convidaram os outros alunos para jogarem, premiando os vencedores com balas. O jogo consistia em tiras de papel que continham três nucleotídeos escritos, que deviam ser emparelhadas com outros três nucleotídeos, formando pares de bases. O grupo de alunos que formasse todos os pares de bases primeiro ganharia o jogo.

Figura 3.8: jogo criado pelo grupo dois. Fonte: autora.

A apresentação foi feita pelo grupo em sete minutos, com todos os participantes se revezando para explicar algum conceito. A apresentação estava bem feita e todos os conceitos

explicados pelos alunos estavam corretos. Apesar do formato tradicional de uma sala de aula, o trabalho do grupo não entediou os outros alunos, que prestaram atenção e não quiseram fazer perguntas. O jogo deixou os alunos mais animados, que competiram para terminar primeiro.

O terceiro grupo preparou uma apresentação musical, escreveram e cantaram uma paródia da música do cantor e compositor americano John Mayer. Os membros do grupo distribuíram a letra da música impressa e os demais alunos puderam acompanhá-los com palmas e cantando. Na letra da paródia, os alunos falam das atividades que gostaram, como o filme *Jurassic World* (2015) e das atividades que não gostaram, como o filme GATTACA: experiência genética (1997):

Numa bela
segunda-feira

Eu fui pro IF

Assisti um
filme chamado Gataca

Mas
sinceramente

Eu não gostei

Mas no
Planeta dos Macacos

Eu achei irado

Quando vi um
macaco modificado

E essa
modificação

É feita pela
engenharia

Genética

Na oficina

Estudei

Biologia

Me esforcei,
compareci e fui
educado

Mesmo
estando muito cansado

Não me
entreguei

Simplesmente
continuei

No Jurassic
Park

Eu vi a
transgênese

Um monstro
feito de várias espécies

Até me
empolguei

O T-rex
ganhou outra vez

Genética

Na oficina

Estudei

Biologia

(Alunos grupo 3)

O quarto grupo preparou um jogo de perguntas que tinha como tema os assuntos abordados durante os encontros da oficina, como DNA, mutação, engenharia genética e transgênicos. Eles dividiram os colegas em dois grupos e fizeram as perguntas que deveriam ser respondidas por um grupo ou passadas para o outro grupo responder. Cada pergunta respondida corretamente valia um ponto para o grupo, ganhava o jogo o grupo que fizesse mais pontos no final de dez rodadas.

Poucos alunos realmente participaram do jogo, os outros apenas escutavam as perguntas e observavam. O fato de ter que explicar conceitos de genética pode tê-los deixado pouco à vontade para brincar, com receio de falar alguma coisa errada. Houve alguma confusão entre os grupos que participavam da brincadeira, que contestavam as respostas uns dos outros. Um dos grupos utilizou um celular para buscar as respostas corretas na internet e alegou que não foi dito que a pesquisa era proibida. Notamos que, mesmo durante a apresentação dos trabalhos dos alunos, a percepção sobre o tema ética permeou o debate.

O quinto grupo fez uma apresentação utilizando o aplicativo *draw my life*, onde através da narração e da imagem acelerada de desenhos feitos pelos próprios alunos, eles fizeram uma linha temporal da oficina, falando sobre os filmes e séries assistidos, suas impressões, o que acharam dos debates e demais atividades realizadas. O vídeo tinha a duração de quinze minutos, mas não se tornou cansativo devido às imagens dos desenhos e o humor contido na narração. Em uma fala, durante a narração, o grupo discute ciência e arte, identificando-os ao longo da oficina e encerrando com perfeição a Oficina Genetikar.

Todos os materiais elaborados pelos alunos podem ser utilizados em uma aula ou sequência didática para se abordar os conceitos básicos de genética. Acreditamos que a elaboração desses materiais auxiliou no processo de aprendizagem de genética, permitindo que os alunos se apropriassem da linguagem científica.

3.4 LIMITES E ALCANCES DA OFICINA GENETIKAR

É natural no cotidiano do professor enfrentar dificuldades de diferentes origens para ministrar suas aulas. Com a Oficina Genetikar não foi diferente. Entre os problemas enfrentados estava a falta de interesse de alguns alunos, com o uso de celular em horários indevidos, um dos tantos agentes de dispersão com os quais temos que lidar. Anjos (2014) diz que o cinema busca atingir as emoções do espectador, para isso, é necessário que haja uma

ligação entre o que está sendo assistido e quem está assistindo. A abordagem de temas que interessem o espectador é uma ponte para facilitar essa ligação, mas nem sempre é possível atingi-la completamente. Houve também a formação de pequenos grupos sociais, de acordo com a afinidade entre os alunos, o que foi facilitado pelo local de realização da oficina, que é amplo e permitiu que os grupos se afastassem.

Outro ponto relevante foi a reclamação de alguns alunos sobre nossa opção de exibir apenas alguns trechos selecionados dos filmes e não a obra completa. Uma parte da turma mostrou-se mais interessada na trama do filme em si do que no tema abordado e discutido posteriormente nas atividades. Isso é reforçado pelo baixo número de referências aos trechos de filmes assistidos durante alguns debates. Além disso, ao abrirmos um espaço para tirar dúvidas sobre os conteúdos que estavam sendo trabalhados na oficina, recebemos perguntas apenas sobre os enredos dos filmes.

"Não foi legal passar os filmes e séries cortados e isso irritou bastante pelo simples fato de nas melhores partes, estarem cortados". (Aluno 4)

"A única coisa que eu acho que se deve melhorar, são os cortes nos filmes e no roteiro na hora de assistir". (Aluno 23)

Houve também a evasão de alguns alunos ao longo da oficina. Um fator que pode explicar essa evasão foi a época em que a Oficina Genetikar foi realizada, coincidindo com as avaliações institucionais dos alunos, que muitas vezes chegavam cansados nos encontros, que foram realizados no contra-turno de suas aulas.

"Construir todas essas atividades nas segundas, foi muito cansativo, porém muito bom. As vezes a quantidade de trabalhos acabam sobrecarregando um pouco". (Aluno 5)

A paródia apresentada por alguns alunos diz: "Me esforcei, compareci e fui educado/ Mesmo estando muito cansado / Não me entreguei / Simplesmente continuei". A ocupação do campus Nilópolis pelos alunos associada à greve de funcionários no final do segundo semestre de 2016, impediu seu fechamento, sendo necessária uma adaptação na matriz para que o semestre pudesse ser finalizado no início de 2017, antes do primeiro semestre. Assim, os participantes da oficina estavam vindo de uma maratona de avaliações sem descanso nenhum, como o aluno 22 declara:

"Por conta da correria do semestre foi um pouco cansativo". (Aluno *22)*

Apesar dos problemas encontrados durante a realização das atividades da oficina, trabalhamos para solucioná-los e podemos comemorar alguns alcances. O planejamento dos encontros foi pensado para superar as dificuldades encontradas anteriormente, considerando que os alunos precisam de várias estratégias de ensino para favorecer suas aprendizagens (ANDRADE, 2000). Esse planejamento ocorreu em reuniões com a equipe de pesquisa ao longo de toda a oficina.

"Gostei de aprender por meio de jogos, seminários e paródias. Para mim essa foi a melhor parte". (Aluno 3)

"Acredito que com atividades interativas, brincadeiras e risadas, conseguimos obter um melhor resultado, sem nos causar tanto desgaste". (Aluno 5)

Buscamos minimizar as ilhas sociais criadas pelos alunos ao trazer a atividade inspirada na Técnica da Controvérsia Controlada e os debates a partir de filmes e artigos. Pereira et. al (2017), também utilizaram diversos recursos para discutir temas científicos a partir de um filme de ficção científica (Interestelar) e uma série de comédia (*The Big Bang Theory*), alcançando como resultado curiosidade e uma boa participação.

"A questão da divisão da turma em grupos de forma aleatória, mesmo que não percebam, ajudou na interação da turma". (Aluno 7)

A variedade de recursos, associada aos filmes e séries de ficção científica utilizados nos encontros, despertou o interesse dos alunos, que levantaram várias questões éticas em cima dos temas científicos abordados. Além disso, eles puderam associar os temas debatidos à obras assistidas em outros encontros, mostrando que foram além da memorização dos conteúdos.

"Os filmes Planeta dos Macacos e X-Men eu já havia assistido e achava interessante antes da oficina, mas não achava que havia aprendizado neles. Depois da oficina vi que essa forma de aprender é muito mais fácil e dinâmica, nunca mais vou ver esses filmes e pensar da mesma forma que antes". (Aluno 15)

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordamos neste capítulo a utilização de filmes como recurso pedagógico, as expectativas de professores e alunos e alguns trabalhos publicados na área. Apresentamos

também nossos objetivos específicos, metodologia e resultados parciais deste trabalho. Partimos do princípio de que a Arte pode se combinar com a Ciência como parte de uma estratégia pedagógica para a educação científica (ARAÚJO-JORGE, 2007; ROCQUE, SAWADA e FIGUEIRA-OLIVEIRA, 2012).

Durante todo o período de realização da oficina procuramos mostrar que a relação entre Ciência e Arte pode tornar o ensino de genética mais prazeroso e eficaz. Os trechos de filmes e séries exibidos mostraram aos alunos que a Ciência está presente em todo o lugar e que é importante dominar os conteúdos de genética para que possam participar de forma crítica das discussões científicas contemporâneas presentes em nossa sociedade.

Procuramos apresentar aos alunos diversos filmes e séries de ficção científica, produzidos em diferentes décadas, a fim de aumentar seu repertório cultural. Uma parte significativa dos participantes da oficina não teve contato prévio com filmes e séries que foram lançados antes de seu nascimento, como A Mosca (1986), Arquivo X (1994) e GATTACA: experiência genética (1997). E mesmo os filmes que já eram conhecidos por eles, como *Jurassic World* (2015), Planeta dos Macacos: a origem (2011) e *X-men*: Apocalipse (2016) puderam ser relembrados e repensados por uma nova ótica, em busca dos conceitos de genética.

Relembrar e repensar esses filmes e séries associando-os com a genética foi um desafio, pois os alunos estão acostumados a ver os filmes apenas como uma diversão e não como objetos de reflexão crítica da realidade. Em alguns filmes, onde os temas genéticos estão mais destacados, como em GATTACA: experiência genética (1997) e Planeta dos Macacos: a origem (2011) esse processo foi mais natural, os alunos faziam essa relação com mais facilidade. Já em séries como Arquivo X (1994) e *Black Mirror* (2017) eles tiveram mais dificuldades e deixaram passar algumas relações.

Concluímos que a estratégia utilizada para o ensino, associada a Técnica da Controvérsia Controlada pode ajudar a despertar o interesse dos alunos, além de apresentá-los a temas científicos e discussões éticas. Durante os encontros da oficina pudemos debater vários temas como: engenharia genética, ética, fertilização in vitro, transgênicos, mutação, doenças genéticas, terapia genética e clonagem. A escolha dos filmes mostrou-se adequada à faixa etária e aos assuntos abordados em sala de aula.

Os debates foram outros desafios ao longo da oficina, primeiro para vencer a timidez e depois para respeitar o tempo do colega contribuir com sua percepção. O debate realizado no primeiro encontro da oficina teve pouca participação, os alunos estavam pouco dispostos a conversar sobre o filme. No debate durante o quarto encontro da oficina, mais alunos participaram, colocando seus pensamentos, escutando o colega e argumentando com eles. Houve amadurecimento nesses cinco encontros da oficina.

Relembrando todo o percurso, podemos dizer que tivemos bons resultados na oficina. Alunos visivelmente amadurecidos nos debates, que se interessavam pelas atividades, que buscavam os filmes para assisti-los em casa, que sugeriram filmes para a oficina e que se esforçaram para produzir material de qualidade para a avaliação no último encontro da Oficina Genetikar.

Os trabalhos apresentados na avaliação mostraram muito da relação fértil entre Ciência e Arte: foram vídeos, paródias, desenhos, maquetes e jogos, em que os alunos trouxeram tudo o que viram na oficina. Os alunos foram criativos nos trabalhos, críticos e reflexivos nos debates sobre os filmes e artigos lidos. Apesar dos problemas encontrados pelo caminho, a Oficina Genetikar cumpriu seus objetivos.

4 EXPERIMENTANDO EXPERIMENTAR: O ENSINO DE GENÉTICA MEDIADO PELA EXPERIMENTAÇÃO

Gregor Mendel realizou vários experimentos que impulsionaram a biologia no século XX. Contemporâneo de Charles Darwin e entusiasta de seu trabalho, Mendel percebeu que seria necessário conhecer os fundamentos de transmissão de herança para compreender a questão da evolução (BITNER-MATHÉ *et al*., 2008). Trabalhando com ervilhas da espécie *Pisum sativum*, estabeleceu a lei dos caracteres hereditários, que revolucionou a biologia e tornou-se a base da genética moderna. Seu trabalho mostra a importância da relação teoria e prática, experimentação e formulação de hipóteses.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) destacam a importância da relação entre a teoria e a prática, tendo o professor o papel de ser um facilitador do aprendizado, estimulando o aluno a buscar conhecimento. Segundo Krasilchik (2008) a aula prática é o método didático mais adequado para despertar o interesse dos alunos, já que sua estrutura permite a observação de fenômenos estudados em sala de aula, além de desenvolver a capacidade de resolver problemas. Podem ser utilizadas para ajudá-los a assimilar os conteúdos, já que os alunos apenas visualizam a célula e seus componentes, por exemplo, através de ilustrações e fotos. Leite et *al.* (2005) também defendem as aulas práticas como complemento da aula teórica, principalmente no ensino de biologia.

A linguagem científica, com seus termos característicos de difícil pronúncia, torna os alunos desinteressados e contribui para seu baixo desempenho em genética. A utilização de recursos didáticos que pouco contribuem para a visualização e entendimento dos fenômenos genéticos, (ROCHA e SOARES, 2005), culmina em alunos desmotivados. Alguns autores (CANTIELLO e TRIVELATO, 2001; MARBACH, 2001; SILVEIRA e AMABIS, 2003; CHATTOPHADHYAY, 2005) descrevem as dificuldades no ensino aprendizagem de genética, apontando a dificuldade na resolução de problemas matemáticos (BANET e AYUSO, 2003), excesso de vocabulário (RODRIGUES, 1995), abordagem fragmentada de seus conteúdos frequente nos currículos e livros didáticos que desfavorecem a compreensão da relação estabelecida entre conteúdos centrais como DNA e cromossomos, por exemplo. Dessa forma, é necessário um recurso que ajude no entendimento dos conceitos abstratos de genética e motive os alunos a refletirem sobre seus conteúdos e aplicação na vida real.

Lunetta (1991) afirma que a aula prática pode ajudar no desenvolvimento de conceitos científicos e permitir que os alunos desenvolvam soluções para problemas complexos. Com uso desse método didático, os alunos ainda têm a oportunidade de montar e manusear instrumentos científicos como o microscópio, o que ajuda a despertar um interesse maior para a área das ciências naturais. A importância da aula prática vai além da dinamização das aulas, pois dá a oportunidade ao aluno de vivenciar a descoberta, elaborando ideias e obtendo respostas.

Autores como Lunetta (1991), Hodson (1996), Borges (2002) e Deccache-Maia *et al.* (2010) publicaram sobre o sucesso de aulas práticas realizadas em laboratórios didáticos. Sabe-se que a utilização da experimentação facilita o processo de ensino-aprendizagem por demonstrar na prática o que só se conhece na teoria durante as aulas expositivas. Entretanto, não vemos a utilização desse recurso como uma simples comprovação da teoria dada na sala de aula, mas sim como uma possibilidade de investigação e estímulo para a pesquisa. Além disso, a aula prática por si só não transforma o ensino se ela for conduzida mecanicamente. Para que o aluno exercite o pensamento crítico, o professor deve desempenhar seu papel de mediador e permitir que o aluno se perceba como construtor do conhecimento: participando das etapas do processo, discutindo, dando sugestões, ou seja, contribuindo na elaboração das experimentações (DECCACHE-MAIA *et al*., 2010).

A experimentação torna-se importante para a formação dos alunos se for conduzida de forma que exerça uma mudança no papel do aluno, de mero receptor de conteúdos científicos a sujeito ativo na construção de seu próprio saber (PRAIA *et al.*, 2002). Para isso, é necessário que o professor esteja consciente das dificuldades dos alunos e os incentive a ultrapassá-las. Ainda sobre a experimentação, Cachapuz (1992) nos lembra que a sala de aula não é um laboratório de investigação; desta forma, o professor deve adotar estratégias que harmonizem as dimensões pedagógicas e filosóficas.

Ramos e Rosa (2008, p. 303) destacam que a experimentação é um processo dinâmico de construção que “pode ser usada como uma ferramenta importante para estimular não só o aprendizado, mas também a convivência em grupo, propiciando trocas entre os sujeitos”, sendo assim um aliado para melhorar as relações sociais dentro da sala de aula. A experimentação, assim como a ciência, não é neutra, carrega múltiplos fatores como histórico-culturais, ético-morais, políticos, religiosos e subjetividades do pesquisador, sendo assim o conhecimento científico uma produção social (PRAIA *et al.*, 2002).

Autores como Cerri e Tomazello (2008), Vendruscolo (2008), Praia *et al.* (2002) e Gonçalves e Marques (2006) criticam a forma que as experimentações são utilizadas no ensino de ciências, que vão desde procedimentos que ignoram conhecimentos prévios dos alunos e não discutem os possíveis resultados, à confusão entre experimentos científicos e experimentações didáticas. Entre os experimentos científicos e experimentações didáticas existem diferenças além do espaço físico e recursos disponíveis, pois enquanto os experimentos científicos constroem novos conhecimentos para a ciência, as experimentações didáticas exploram o que é conhecido pela comunidade científica, mas, geralmente, desconhecido pelos alunos (CACHAPUZ *et al.*, 2004).

Em seu trabalho, Lima e Teixeira (2011) analisaram a utilização dos conceitos experimento e experimentação na comunidade científica e no Ensino de Ciências. Os autores encontraram uma grande variação na abordagem desses conceitos, que vão desde pesquisas observacionais e descritivas, a propostas investigativas com formulação e teste de hipóteses. Essa mistura dos conceitos é facilmente observável na pesquisa de Antúnez e Pérez (2008), que entrevistaram professores do ensino superior que realizavam atividades experimentais práticas. Os autores perceberam que a maior parte desses professores realizavam atividades demonstrativas ou comprobatórias, enquanto a menor parte realizava atividades de investigação que permitiam ao aluno construir novos conhecimentos.

Levando em consideração todos os benefícios que as atividades práticas trazem para o ensino, as experimentações foram escolhidas como recurso pedagógico para o ensino de genética. Foram nossos objetivos específicos a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos teóricos em genética; o desenvolvimento de conhecimentos técnicos e éticos sobre a investigação científica; o desenvolvimento da capacidade de reflexão e resolução de problemas.

4.1 OS EXPERIMENTOS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Chassot (2008) afirma que um dos propósitos da Ciência é explicar o mundo em que vivemos. Tendo em vista a quantidade de novas informações com que somos bombardeados e a importância de alguns conteúdos, como a genética, que faz parte das discussões científicas contemporâneas, integrando temas como clonagem, transgênicos e terapia gênica, entre outros, podemos concluir sobre sua importância na formação de cidadãos reflexivos e participantes das decisões que atingem o meio em que vivem. O autor considera ainda que o

analfabeto é o excluído da sociedade, e que a alfabetização científica significa ter o entendimento da realidade, ler a linguagem que está escrita na natureza. Muitas vezes essa linguagem da natureza é de difícil entendimento - sendo assim, cabe ao professor transformar o conhecimento científico em saber didático.

Chevallard (1991) destaca o cuidado que se deve ter com as transposições do saber do campo científico para o contexto escolar. Segundo o autor, o saber produzido de forma científica, através de pesquisas para responder determinados questionamentos ligados ao contexto histórico e sociocultural, não chegam à sala de aula da mesma forma que foram produzidos, pois sofrem modificações quando trabalhados de forma didática nas escolas. Essa diferença entre o saber produzido no campo científico e o saber didático tem estreita relação com os experimentos científicos e experimentações didáticas como citado por Cachapuz *et al.* (2004).

Não é raro encontrar trabalhos de pesquisa onde se utilizam experimentações para o ensino de ciências. Entre eles, destacam-se os estudos de Dias Filho e Antedomenico (2010), que apresentaram uma proposta para o ensino de ciências utilizando o teste presuntivo, muito utilizado em locais de crimes para identificar manchas de sangue. Rivas *et al.* (2011) realizaram um conjunto de aulas experimentais para ensinar genética e bioquímica. Oliveira *et al.* (2012) propuseram a construção de uma fonte e cuba eletroforéticas para aplicação em aulas práticas de bioquímica. Silva e Rosa (2013) levaram seus alunos a realizarem experimentações ligadas a perícia criminal, estimulados por um seriado de investigação policial. Ribeiro, *et al.* (2013), desenvolveram oficinas com aulas teórico-práticas sobre temas de genética e evolução para alunos de ensino médio e fundamental de escolas públicas em Florianópolis – SC. Reis *et al.* (2014) propuseram uma sequência didática onde experimentações controladas em *Drosophila melanogaster* seriam utilizadas para abordar o tema herança biológica. Pinhati (2015) apresentou um protocolo para montagem e execução de um sistema eletroforético em sala de aula. Guedes e Moreira (2016), realizaram simulações de laboratório baseadas em séries de investigação também para ensino de genética.

Neste trabalho, foram realizadas experimentações para explicar conceitos básicos de genética. O contexto de realização dessas experimentações foi a Oficina Genetikar, descrita no capítulo dois dessa dissertação. O percurso metodológico e os resultados alcançados serão descritos a seguir.

4.2 PERCURSO METODOLÓGICO

Este estudo teve caráter qualitativo e nele foi utilizada a técnica da observação participante, na qual o pesquisador deve estar presente no campo de estudo (GIL, 2010) - neste caso, no laboratório didático, ministrando aulas em colaboração com a professora regente da turma, além de anotações sistemáticas no diário de bordo e registro fotográfico. Concordamos com Bauer *et al*. (2002, p. 30) que justifica a pesquisa qualitativa como "uma maneira de dar poder ou dar voz às pessoas, em vez de tratá-las como objetos, cujo comportamento deve ser quantificado e estatisticamente modelado".

A coleta de dados foi realizada durante a Oficina Genetikar, que contou com cinco encontros e uma série de atividades, que incluiu a exibição de filmes e séries descritos no capítulo três, debates e realização de experimentos. A oficina ocorreu no IFRJ, Campus Nilópolis, município do Rio de Janeiro. Os sujeitos da pesquisa foram 33 alunos do EMT em CAM, matriculados no primeiro ano do ensino médio técnico, com idade que variam entre 15 e 18 anos, e inscritos na oficina supracitada. Sobre os sujeitos e campo de pesquisa, Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2001, p. 162), caracterizam que:

> a escolha do campo onde serão colhidos os dados, bem como dos participantes, é proposital, isto é, o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo e também das condições de acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos.

Todas as atividades realizadas nos encontros tiveram um planejamento prévio, envolvendo a leitura de bibliografia para a escolha das experimentações, leitura da experiência de outros professores em laboratórios didáticos até os testes realizados antes de levar os alunos para o laboratório.

Os testes foram realizados com uma semana de antecedência de cada encontro da oficina, nos quais, além da testagem da prática eram discutidos os métodos de abordagem e logística das atividades. Foram observadas as regras de segurança do laboratório, apenas podendo participar quem estivesse vestindo jaleco e usando sapato fechado.

4.3 OUTROS ACHADOS DA OFICINA GENETIKAR: AGORA FOI A VEZ DO LABORATÓRIO DE BIOLOGIA

Todos os instrumentos e materiais utilizados nas experimentações são de propriedade do IFRJ, campus Nilópolis e tivemos autorização para utilizá-los. O laboratório de biologia foi reservado com antecedência para que estivesse disponível para os alunos da oficina nas datas do terceiro e quarto encontros da oficina.

As experimentações foram testadas no dia 24 de maio de 2017, no laboratório de biologia do IFRJ. O laboratório foi reservado pela professora regente, que também solicitou os materiais e soluções que seriam utilizados. Durante os testes, verificou-se que seriam necessárias cerca de duas horas para que fossem feitas as experimentações e a observação de DNA politênico, prática das cores e extração de DNA vegetal e animal. As experimentações foram testadas e os resultados encontrados estavam de acordo com os roteiros.

A experimentação do quarto encontro, a eletroforese, não foi testada devido ao tempo necessário para sua realização e pela pequena quantidade disponível de amostra de DNA. Os testes realizados foram para produção de gel de agarose e improvisação de demais materiais, como pode ser visto na figura 4.9.

Figura 4.9: teste da experimentação de eletroforese. Fonte: Matheus Lima

Visualização de cromossomos politênicos

A primeira experimentação realizada foi a observação de cromossomos politênicos das glândulas salivares de moscas *Drosophila melanogaster* (figura 4.10). Antes de iniciarem a observação, houve uma conversa com os alunos sobre segurança no laboratório didático, que incluem o uso de equipamentos de proteção individual, como os jalecos. Não foi permitido que alunos sem jaleco participassem do encontro no laboratório.

Os alunos já haviam estudado sobre replicação do DNA com a professora Valéria Vieira nas aulas regulares e não tiveram dificuldades para entender o que são os cromossomos politênicos. Um aluno foi voluntário para ligar o microscópio e focalizar os cromossomos, mas devido a dificuldade encontrada, um facilitador os auxiliou na atividade. Todos observaram a lâmina, localizando o *puff*, região condensada do cromossomo, locais onde ocorrem a transcrição de RNA. Ribeiro *et al.* (2013) também realizaram atividade de visualização de DNA, utilizando um gafanhoto como fonte de DNA. Assim como na nossa atividade, seus alunos foram participativos e a prática funcionou como uma revisão dos temas já estudados.

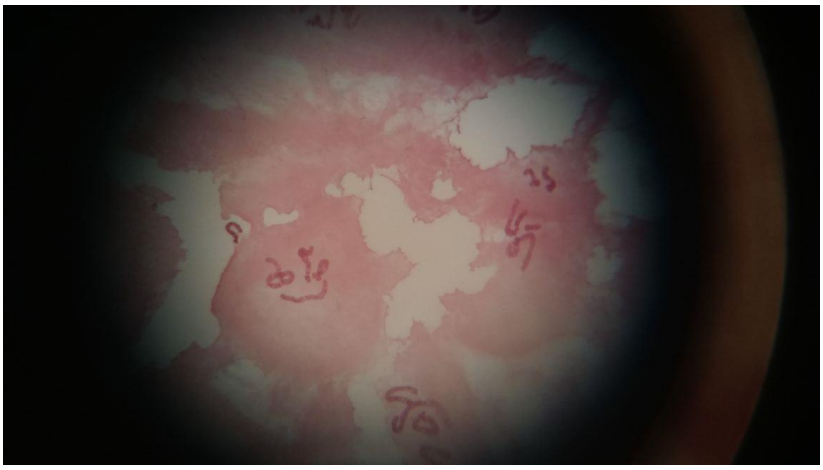

Figura 4.10: Foto de cromossomos politênicos da glândula salivar de *Drosophila melanogaster*.
Fonte: Matheus Lima

A observação durou cerca de 30 minutos e os alunos se mostraram interessados, mostrando uns aos outros onde encontrar os *puff* (figura 4.11) e fazendo alusão ao filme A Mosca (1986) que haviam acabado de assistir (trechos selecionados). Alguns alunos faziam anotações em seus cadernos, desenhando o cromossomo, apesar de não ter sido pedido

nenhuma atividade para ser entregue. Nenhum deles havia visualizado o cromossomo politênico antes apesar de ser um material disponível no laboratório de ciências.

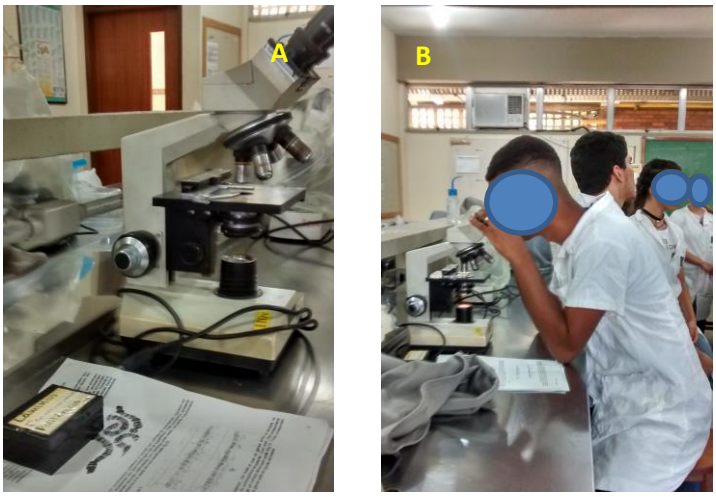

Figura 4.11: 4.11A materiais utilizados na observação do cromossomo politênico (lâminas, roteiro e microscópio). 4.11B aluno observa cromossomo politênico e identifica a região conhecida como *puff*. Fonte: autora.

As moscas *Drosophila melanogaster* foram escolhidas por Reis *et al*. (2014) para ensinar conceitos de genética por ser um recurso eficiente e econômico, muito utilizado para abordar aspectos relacionados a reprodução e padrões de herança. A atividade, apesar de simples interessou aos alunos que se mostraram satisfeitos por poderem manusear o microscópio e as lâminas (previamente fixadas). Hodson (1996, p. 15) destaca que o objetivo das experimentações nas ciências escolares é "dar ilustração e representação concretas a abstrações prévias". Consideramos que nessa prática o objetivo foi atendido, pois de acordo com a fala do aluno 30: *"A ida ao laboratório foi da hora, porque nunca tinha visto o cromossomo com os detalhes que foram mostrados"*. Assim, acreditamos que a visualização dos cromossomos politênicos tenha auxiliado os alunos a compreenderem melhor o aporte teórico recebido nas aulas regulares de genética.

Prática das cores

A segunda experimentação, realizada logo em seguida da visualização dos cromossomos politênicos, foi a prática das cores (figuras 4.12 e 4.13). Trata-se de uma

experimentação simples que pode ser realizada até em sala de aula, sua descrição está no capítulo dois dessa dissertação.

Figura 4.12: experimentação prática das cores mostrando respectivamente as representações da dominância completa, dominância incompleta e codominância. Fonte: autora.

As interações alélicas são conteúdos previamente vistos pelos alunos nas aulas regulares com a professora regente da turma. Apesar disso os alunos tiveram dificuldades com os termos dominância e codominância. Foi necessário fazer uma breve revisão dos termos para que os alunos pudessem acompanhar a experimentação. Demos atenção a esses termos, pois assim como Hodson (1996), acreditamos que as aulas práticas devem ser utilizadas para tornar os conceitos compreensíveis, especialmente falando-se em genética, que possui diversos termos de difícil compreensão.

Não havia material suficiente para que todos os alunos realizassem a prática, dessa forma, com o auxílio de um facilitador, foi feita uma única vez e demos espaço para que todos observassem e fizessem perguntas, caracterizando, segundo Lima e Teixeira (2011), uma experimentação demonstrativa, realizada unicamente por uma pessoa, para que os demais participantes observassem sem interferir na manipulação da atividade.

Figura 4.13: Facilitador mostra para os alunos mistura que representa dominância incompleta. Fonte: autora.

A fim de conectar as atividades da Oficina Genetikar, lançamos uma pergunta que relacionava a experimentação em questão e um filme assistido no encontro anterior.

Quadro 4.26: Questão para debate.

Pergunta	**"No filme X-Men: apocalipse existem três personagens que possuem a coloração da pele azul: Mística, Fera e Noturno. Na histórias dos X-Men, é sabido que Mística é mãe biológica de Noturno, assim eles tem algumas característica físicas em comum. Considerando a prática das cores, quais características de Mística você diria que são recessivas e dominantes?"**
Resposta	*"a cor da pele e dos olhos é dominante"* *"se o poder da Mística fosse dominante, o Noturno também mudaria de forma".* *"o cabelo e forma humanoide da Mística devem ser recessivos, porque o Noturno tem o cabelo azul e rabo".*

Fonte: as autoras

Alguns alunos mostraram-se animados por voltar a falar sobre o filme assistido anteriormente. Apenas dois alunos tinham conhecimento do parentesco entre os personagens

dos X-Men Mística e Noturno, apesar de todos conhecerem os dois personagens. Eles tiveram facilidade em responder a pergunta, já que uma característica marcante nos dois personagens é a coloração azul da pele. Relembramos que os filmes de ficção científica possuem extrapolações do real, e o padrão de herança da cor da pele é mais complexo do que o demonstrado no filme.

Apesar da simplicidade da prática, esta foi uma das que contou com maior tempo de discussão, talvez pela identificação dos alunos com a relação feita entre a experimentação e as histórias dos *X-men*, ou mesmo pela curiosidade deles com o tema da herança genética. Rivas *et al.* (2011) também descrevem o efeito motivacional que as aulas práticas tiveram sobre seus alunos, destacando que houve uma melhor compreensão das teorias das matérias de genética.

Extração de DNA vegetal e animal

A terceira experimentação realizada foi a extração de DNA vegetal e animal. Assim como as experimentações anteriores, é uma prática simples, mas devido a necessidade de uma fonte de calor, é preciso ter um cuidado maior para evitar acidentes. Devido a pouca quantidade de material disponível para a experimentação, além do pouco tempo para sua realização e do risco de queimaduras ao utilizar o bico de Bunsen, foi feito um único modelo, de forma que todos os alunos pudessem observar.

A cebola foi utilizada para a visualização de DNA vegetal e o esfregaço da mucosa da bochecha de um facilitador para visualização de DNA animal. Alguns alunos revelaram ter observado no microscópio as células da epiderme da cebola em outra aula, relacionado a prática realizada com experiências anteriores. Então perguntamos se seria possível observar o DNA dentro dessas células. Eles responderam que não seria possível devido ao tamanho do DNA, que não pode ser observado em um microscópio óptico.

O experimento de visualização de DNA de célula vegetal ficou pronto mais rápido e foi possível observar os filamentos de DNA (figura 4.14). Os alunos pediram para observá-los no microscópio e conversamos sobre a diferença entre uma célula animal e uma célula vegetal. O experimento de visualização de DNA animal não deu certo, os filamentos de DNA não se formaram, diferente do que aconteceu no teste da semana anterior. Aproveitamos para mostrar aos alunos que erros acontecem nos laboratórios didáticos, assim como nos laboratórios de pesquisa. Devido ao tempo escasso, não foi possível repetir a experimentação ou aprofundar a discussão sobre os motivos da falha da prática, apenas especulamos o que

poderia ter acontecido. Falamos ainda sobre o descarte correto do material utilizado nas experimentações, evitando assim a contaminação do meio ambiente.

Figura 4.14: 4.14A facilitador prepara experimentação para extração de DNA vegetal enquanto alunos observam. 4.14B facilitador mostra formação de filamentos de DNA vegetal enquanto alunos observam. 4.14C alunos observam filamentos de DNA vegetal no microscópio óptico. 4.14 D alunos no laboratório de biologia ao lado de experimentação de extração de DNA animal. Fontes: autora e Valéria Vieira.

Silva e Rosa (2013) também realizaram uma experimentação de extração de DNA vegetal, mas utilizaram o morango como fonte de DNA. Os pesquisadores realizaram os mesmos procedimentos contidos no roteiro da prática (capítulo 2), mas abordaram de uma forma diferente, destacando os processos químicos do processo. As duas abordagens de uma mesma experimentação, química e biológica, destacam o potencial interdisciplinar da prática.

No geral, os alunos se mostraram participativos, mostrando domínio sobre os temas abordados na prática e tirando dúvidas. As aulas práticas realizadas em laboratório parecem despertar a curiosidade e interesse dos alunos, já que há interação com a montagem das experimentações e resultados alcançados. A simples visualização do emaranhado de filamentos de DNA deixou os alunos animados – eles, por conta própria, utilizaram os microscópios para visualizá-los.

Eletroforese

A atividade planejada para o quarto encontro da oficina foi uma experimentação de eletroforese (figura 4.15). Diferente das experimentações realizadas anteriormente, essa é uma prática mais complexa, que necessita de materiais de difícil acesso e de um tempo maior para sua realização. O passo a passo assim como o material necessário para realizar a experimentação foi descrito no capítulo dois dessa dissertação.

Devido ao longo tempo necessário para a realização da atividade, deixamos tudo preparado no laboratório, a cuba (Placa de Petri) de eletroforese improvisada com o gel de agarose, ligados pelos polos negativo e positivo (clipe de papel) à fonte de energia.

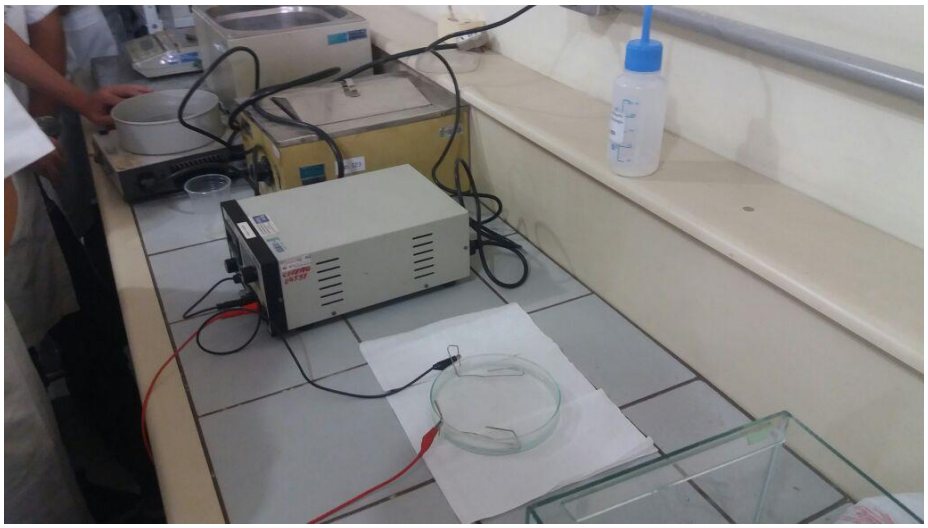

Figura 4.15: eletroforese improvisada utilizando uma Placa de Petri como cuba, gel de agarose, dois clipes de papel como polos negativo e positivo e uma fonte de energia. Fonte: autora.

Os alunos revezavam-se para olhar a experimentação e fotografá-la, faziam perguntas sobre sua montagem e utilização nos laboratórios de pesquisa. Iniciamos explicando para que é utilizada a eletroforese e de que forma ela ocorre, relacionando o experimento com o episódio Jogo de Gato e Rato, da série Arquivo X (1994), assistida durante o segundo encontro da oficina, onde a agente Scully utiliza a eletroforese para analisar uma amostra de DNA encontrada no local de um crime.

Após a explicação, aplicamos a amostra de DNA de coral sol, gentilmente doado pela equipe de um laboratório da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mais uma vez,

os alunos apenas observaram a experimentação. Optamos por essa abordagem por haver pouco material (DNA e gel de agarose) para repetir a experimentação várias vezes e apenas uma fonte de energia. O processo de aplicação da amostra do DNA no gel foi acompanhado pelos alunos, como pode ser visto na figura 4.16.

Figura 4.16: 4.16A com uma pipeta eletrônica, coletou-se 1ml da amostra de DNA de coral sol. 4.16B a amostra de DNA foi misturada com o corante. 4.16C a mistura de DNA e corante é aplicada no gel de agarose. Fonte: aluna e autora.

Os alunos mostraram interesse na experimentação, fotografando cada etapa e fazendo observações (figura 4.17A). Falaram sobre séries onde a eletroforese é utilizada para resolver algum crime, como Dexter e CSI. Destacamos que partiu dos alunos relacionarem a

experimentação com as séries, mostrando que entenderam o objetivo da Oficina Genetikar e que as séries de investigação criminal fazem parte de seu repertório cultural. Essa primeira etapa da experimentação precisou de trinta minutos. Após a aplicação da amostra de DNA (figura 4.17B), os alunos foram direcionados para o auditório, onde a oficina prosseguiu com a exibição do vídeo "Eletroforese em gel", produzido pela *Khan Academy*, além de outras atividades assim como descrito no capítulo três dessa dissertação.

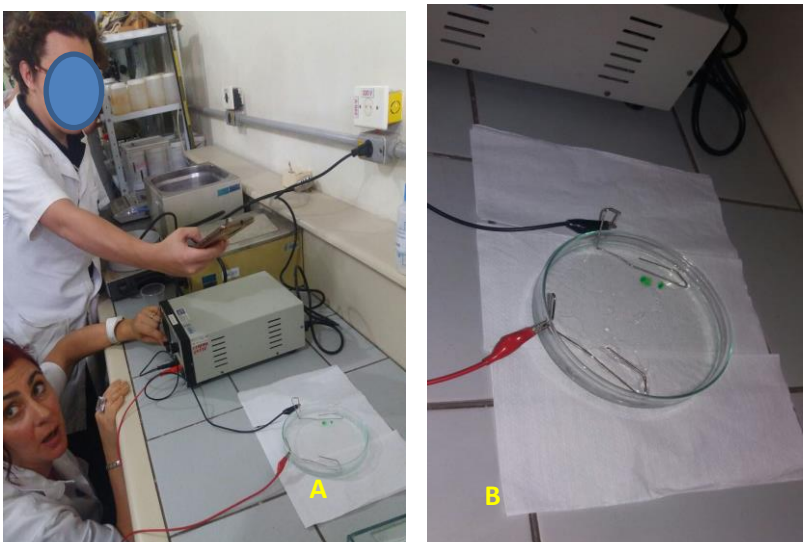

Figura 4.17: 4.17A aluno fotografa experimentação enquanto professora regente ajusta a fonte elétrica em 13V. 4.17B experimentação eletroforese logo após aplicação do DNA. Fonte: aluno e autora.

Após três horas da aplicação da amostra de DNA no gel de agarose, os alunos retornaram para o laboratório, onde foi possível observar o caminho percorrido pelo DNA, de coloração amarela (figura 4.18B e 4.19A). Os alunos mostraram-se empolgados pelo sucesso da prática e fizeram perguntas sobre a mudança de cor da amostra de DNA, o acúmulo de ferrugem no clipe de papel do polo positivo (figura 4.18B e 4.19B) e a mancha verde que surgiu também ao redor do clipe de papel do polo positivo (figura 4.19B).

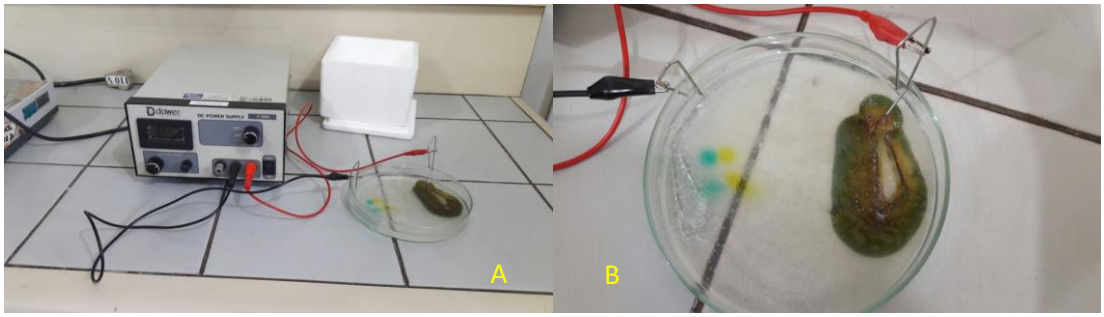

Figura 4.18: 4.18A visão geral do final da experimentação de eletroforese. 4.18B na região da Placa de Petri onde há dois pontos azuis foram aplicadas a amostra de DNA com corante, os pontos amarelos são a caminhada da amostra.

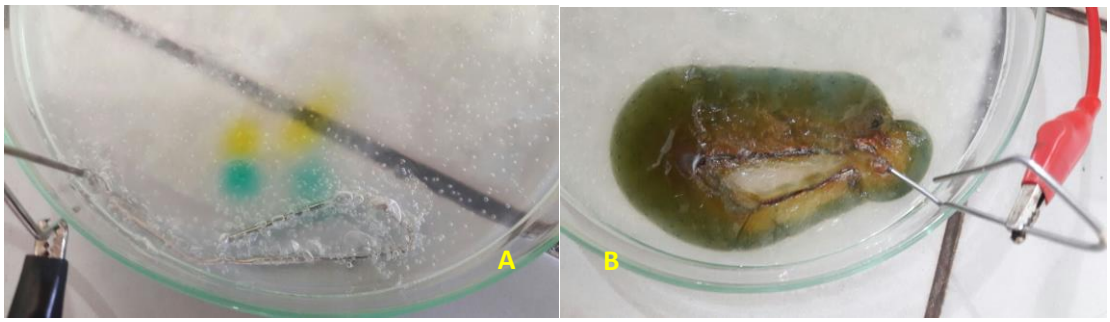

Figura 4.19: 4.19A a amostra de DNA possui carga negativa e foi aplicada no polo negativo, caminhando então para o polo positivo. 4.19B houve oxidação do clipe de papel e queima do gel de agarose próximo ao polo positivo devido a carga que foi submetida. Fonte: aluna e autora**.**

Oliveira *et al.* (2012) e Pinhati (2015) propuseram a montagem de sistemas eletroforéticos também compostos de materiais de fácil aquisição e baratos. Pinhati (2015) substituiu o gel de agarose, utilizado em nossa prática, por amido de milho e o tampão borato de sódio por bicarbonato de sódio. Os pesquisadores defendem que o baixo custo da experimentação abre oportunidade para professores reproduzirem a prática e discutirem os conceitos relacionados à eletroforese. Concordamos com os pesquisadores e acreditamos que a experimentação pode ser reproduzida até em escolas que não possuem um laboratório.

Essa experimentação foi especialmente importante para que os alunos notassem que a teoria aprendida em sala de aula possui aplicação no cotidiano da sociedade. A eletroforese é uma ferramenta muito utilizada na biologia forense para analisar amostras de DNA ou proteínas, como mostrado no episódio de Arquivo X exibido e lembrado pelos alunos.

A experimentação da eletroforese foi destaque não apenas para os participantes da oficina, mas também para outros alunos e professores do campus, que utilizaram o laboratório

de biologia enquanto a prática era realizada. A eletroforese nunca havia sido realizada no laboratório do IFRJ, que não possui cuba e demais materiais para realizar a experimentação. Alguns alunos se identificaram especialmente com a eletroforese, reproduzindo uma maquete para a apresentação da avaliação final, que ocorreu no último encontro da Oficina Genetikar. Esses alunos se inspiraram nas fotos da experimentação e no vídeo didático exibido no auditório para reproduzir a maquete que pode ser vista na figura 4.20

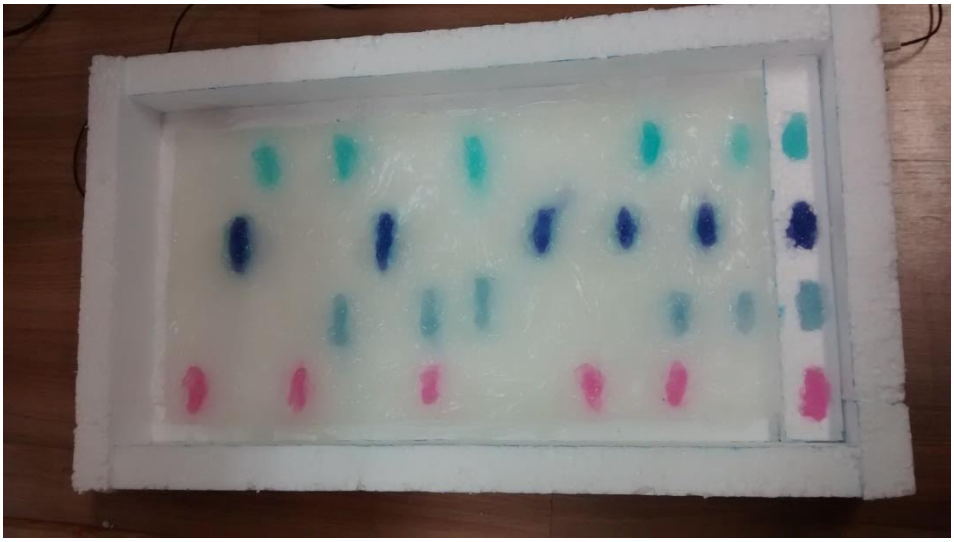

Figura 4.20: maquete da experimentação de eletroforese apresentado por alunos no quinto encontro da Oficina Genetikar. Fonte: autora.

A maquete representa a ciência por meio de uma das experimentações realizadas durante a oficina, mas representa também a arte, em forma de escultura. Esses alunos viram a arte além dos filmes de ficção científica exibidos durante os encontros: viram-na no laboratório de biologia, em uma cuba de eletroforese improvisada.

4.4 LIMITES E ALCANCES NO LABORATÓRIO DE BIOLOGIA

Trabalhar com experimentação no Ensino de Ciências é um desafio, é sair do lugar comum, da zona de conforto. O professor precisa estar preparado para lidar com diversas situações, como experimentos que não saem de acordo com o planejado, indisciplina, risco de acidentes, entre outras.

Todas as experimentações planejadas para serem realizadas durante os encontros da Oficina Genetikar foram testadas, mas isso não impediu que alguns imprevistos acontecessem. Durante a realização do segundo encontro da oficina, quando foram realizados as experimentações prática das cores e extração de DNA vegetal e animal, notamos a escassez de alguns materiais essenciais, impedindo que os alunos pudessem realizar cada um sua experimentação.

"Nas visitas ao laboratório, a turma pôde mesmo com dificuldade por não ter certos materiais necessários, visualizar conteúdos de genética que só tínhamos aprendido na teoria". Aluno 3

Houve problemas com o tempo necessário para a realização das experimentações. Mesmo com o laboratório reservado com antecedência, foi preciso encurtar a prática para que um professor do campus pudesse utilizar o laboratório em sua aula. Esse encurtamento do encontro impediu que repetíssemos uma experimentação que não saiu de acordo com o previsto. Também não pudemos debater de forma satisfatória os motivos pelos quais a prática não atingiu o resultado esperado.

"Deixo aqui uma reclamação minha e de outros alunos, pois muitos de nós sentimos que algumas aulas experimentais foram mal organizadas e muito curtas". Aluno 28

Observamos também o cansaço dos alunos, que vinham de um conjunto de atividades de final de período associados à oficina. Durante o terceiro encontro da oficina, quando realizamos a maioria das experimentações (observação de cromossomos politênicos, prática das cores e extração de DNA vegetal e animal) optamos por dividir os alunos em dois grupos para que o laboratório não ficasse lotado, dificultando a circulação de pessoas e impedindo a observação das práticas. Assim, metade dos alunos foi ao laboratório, onde observaram as experimentações, enquanto outra metade participou de outras atividades no auditório como já foi descrito antes. Posteriormente, houve uma troca entre os grupos para que os alunos pudessem participar de todas as atividades. Notamos o cansaço especialmente na troca de atividades, os alunos mostraram maior empolgação com a atividade que realizaram primeiro.

"Todas as atividades foram legais, porém um pouco cansativas". Aluno 22

"Algumas aulas deram sono e foram muito cansativas". Aluno 11

Apesar dos problemas encontrados, podemos comemorar alguns alcances e resultados. As reuniões com a comissão organizadora foram fundamentais para nossos acertos e nos permitiram refletir sobre os problemas e procurar corrigi-los. No segundo encontro onde realizamos experimentações, optamos por não dividir a turma em dois grupos apesar da dificuldade em levar uma grande quantidade de alunos de uma vez ao laboratório de biologia. Tomamos essa decisão baseados no cansaço demonstrado no encontro anterior. O rendimento deles foi bem melhor dessa forma.

Os alunos conseguiram fazer relações entre as experimentações e as demais atividades da oficina, o que evidencia a maturação das ideias debatidas anteriormente. Essas relações ocorreram principalmente durante a observação dos cromossomos politênicos da *Drosophila melanogaster*, que remeteram ao filme A Mosca (1986); durante a prática das cores, onde houve a relação com a história dos *X-Men*; e durante a experimentação da eletroforese, que remeteram ao episódio Jogo de Gato e Rato, da série Arquivo X (1994).

Mesmo com os problemas surgidos, como na experimentação de extração de DNA animal quando não conseguimos o resultado esperado, aproveitamos para mostrar aos alunos que erros acontecem nos laboratórios didáticos, assim como nos laboratórios de pesquisa. Essa discussão é permeada pela ética na investigação científica, que foi abordada durante todas as atividades da Oficina Genetikar. A experimentação da eletroforese improvisada foi muito comentada por alunos e até professores do campus.

"O que mais gostei foi ter a oportunidade de ver a eletroforese". Aluno 1

"As atividades no laboratório foram bem interessantes para poder observar de perto algumas experiências como a eletroforese e a extração do DNA". Aluno 21

"Laboratório para mostrar a eletroforese foi a minha parte preferida da Oficina". Aluno 25

"A ida ao laboratório foi "da hora", porque nunca tinha visto o DNA com os detalhes que foram mostrados". Aluno 30

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordamos nesse capítulo a utilização das experimentações como recurso pedagógico, as expectativas de professores e alunos e alguns trabalhos publicados na área. Apresentamos também nossos objetivos específicos, metodologia e resultados deste trabalho.

A partir do levantamento do referencial teórico, encontramos diversos trabalhos onde professores pesquisadores utilizaram experimentações em laboratórios didáticos como recurso para o ensino de ciências (DIAS FILHO e ANTEDOMENICO, 2010; RIVAS *et al*., 2011; SILVA e ROSA, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2013; GUEDES e MOREIRA, 2016). Apesar das diferentes abordagens desses pesquisadores, todos encontraram alunos motivados e curiosos.

Assim como ocorre nos laboratórios, onde nem sempre as experimentações saem de acordo com o planejado, algumas alterações precisaram ser feitas durante o percurso dessa pesquisa. Apesar das práticas terem sido testadas, falta de material, tempo escasso e falta de espaço foram alguns dos problemas que encontramos ao longo dos encontros no laboratório da Oficina Genetikar.

A escolha pelas experimentações como recurso didático foi feita para dar aos participantes da oficina a oportunidade de investigar, refletir e por em prática a teoria aprendida em sala de aula e discutida nas demais atividades realizadas durante os encontros da oficina. Nosso referencial bibliográfico aponta para a necessidade de uma aula prática para além da teoria dada em sala de aula, que não fosse reproduzida mecanicamente.

Objetivando a realização das experimentações, optamos por realizar demonstrações para que os alunos observassem, dadas as razões logísticas já apresentadas. Utilizamos os filmes e séries de ficção científica assistidos pelos participantes da oficina para estimulá-los ao pensamento crítico, relacionando ciência e arte. Eles puderam observar técnicas - utilizadas nos laboratórios dos filmes e séries para combater crimes -, observaram também estruturas como células e filamentos de DNA, além de manusearem microscópios. Também tiveram a oportunidade de ver na prática que nem sempre conseguimos o resultado esperado para uma experimentação, assim como foi mostrado no filme a Mosca (1986).

Foram nossos objetivos específicos para esta etapa de experimentação da Oficina Genetikar a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos teóricos em genética; o desenvolvimento de conhecimentos técnicos e éticos sobre a investigação científica e o desenvolvimento da capacidade de reflexão e resolução de problemas. Consideramos que nossos objetivos foram alcançados e destacamos principalmente a relação que os alunos fizeram entre o aporte teórico recebido em sala de aula e as experimentações vivenciadas no laboratório. O desenvolvimento de conhecimentos técnicos e éticos sobre a investigação científica se deu na forma como os facilitadores agiram quando uma experimentação não saiu

de acordo com o esperado, mostrando aos alunos que erros acontecem tanto nos laboratórios didáticos quanto nos laboratórios de pesquisa e no correto descarte do material utilizado nas práticas.

As discussões realizadas após cada experimentação atuaram no desenvolvimento da capacidade de reflexão dos alunos e nos mostraram a importância das aulas práticas como complementação das aulas teóricas (LEITE *et al.*, 2005). As associações que os alunos fizeram com as demais atividades da oficina e inclusive com as aulas regulares da professora regente mostram que os conteúdos de genética abordados foram assimilados para além de uma memorização.

5 DE MÍSTICA A MENDEL: UMA REFLEXÃO SOBRE A OFICINA GENETIKAR

Buscamos trazer dois personagens carismáticos a fim de representarem a Ciência e a Arte contida em nosso percurso. Unindo o campo das artes – neste trabalho, os filmes e séries de ficção científica – e o campo da Ciência (genética), temos a personagem fictícia Mística. Nos filmes dos *X-Men* (um deles assistido durante a oficina), Mística é uma personagem carregada de dualidade, uma anti-heroína, dividida entre proteger a raça mutante, da qual faz parte, colocando vidas humanas em risco para isso; ou se submeter ao preconceito dos humanos e ver muitos mutantes perderem suas vidas por serem diferentes.

Além de levantar essa forte questão ética, Mística nos levou para o mundo cinematográfico, onde pudemos refletir sobre diversas obras fílmicas assistidas, relacionando-as com o cotidiano de nossa sociedade. Nessa viagem ao mundo dos filmes e séries de ficção científica, não esquecemos que a linguagem cinematográfica segue suas próprias leis, permitindo a extrapolação do real, não tendo assim nenhum compromisso com a coerência científica (PIASSI e PIETROCOLA, 2009). A partir desses filmes e séries de ficção científica pudemos debater sobre temas genéticos como transgênicos, mutações, ácidos nucléicos, engenharia genética, fertilização *in vitro*, e mais uma vez nos deparamos com questões éticas. A ética (ou falta dela) está intrinsicamente ligada à nossa cultura, então é um debate necessário também na forma de fazer Ciência.

Carvalho e Moraes (2009) destacam que discutir ética a partir de filmes permite que os estudantes relacionem a realidade representada na obra com a própria realidade e que revejam alguns (pré)conceitos construídos ao longo dos anos. Os autores acreditam que isso é possível devido a capacidade que o cinema tem de gerar debates e de fazer aflorar em seus espectadores reações inusitadas. Foi o que pudemos observar ao longo da oficina, reações inusitadas e debates acalorados sobre a ética na ciência e na relação entre os próprios alunos, como foi o caso durante a apresentação de um grupo de alunos que trouxe um jogo de perguntas e respostas, quando uma parte dos alunos utilizou o celular para consultar as respostas, gerou um protesto exaltado dos outros alunos, que se sentiram lesados. Uma questão ética.

Falando em ciência, Mendel, o monge cientista, nos acompanhou pelo percurso da ciência, com os conteúdos de genética abordados na Oficina Genetikar, que tem uma estreita relação com o cientista que muito contribuiu na descoberta das leis da hereditariedade. Além

desses conteúdos, Mendel possibilitou a introdução no laboratório didático de Biologia e auxiliou-nos a relacionar as experimentações realizadas com os conteúdos estruturantes aprendidos na sala de aula com a professora regente.

Mendel atuou como nosso avatar ao nos mostrar que, assim como nos laboratórios científicos, algumas vezes as experimentações com finalidades didáticas não saem de acordo com o esperado e precisamos repeti-las, refletindo sobre os processos que nos levaram até aquele resultado. O Monge cientista, em seus experimentos para determinar as leis de herança genéticas, precisou de várias tentativas até obter sucesso com as ervilhas da espécie *Pisum satuvum* (SNUSTAD e SIMMONS, 2001). Apesar dessa aproximação entre os laboratórios científicos e os laboratórios didáticos, não podemos confundi-los, pois os experimentos produzidos nos laboratórios científicos constroem novos conhecimentos para as ciências, enquanto as experimentações, reproduzidas nos laboratórios didáticos, exploram o que já é conhecido pela comunidade científica, mas muitas vezes desconhecido pelos alunos (CACHAPUZ *et al.*, 2004).

Uma característica que foi importante para Mendel concluir suas pesquisas e também para Mística ao escolher seu lado nas guerras mutantes, é a reflexão, característica importante em um professor pesquisador, tornando-o um professor reflexivo. Um professor reflexivo é aquele que reflete sobre a própria prática e é capaz de transformá-la a partir de sua reflexão. Alarcão (2011, p. 41) caracteriza que o professor reflexivo:

> baseia-se na consciência da capacidade de pensamento e reflexão que caracteriza o ser humano como criativo e não como mero reprodutor de ideias e práticas que lhe são exteriores. É central, nessa conceptualização, a noção do profissional como uma pessoa que, nas situações profissionais, tantas vezes incertas e imprevistas, actua de forma inteligente e flexível, situada e reactiva.

As situações vivenciadas na Oficina Genetikar exigiram que nos comportássemos como os professores reflexivos que somos, a fim de contornar as situações problema que surgiram e não estavam em nosso planejamento, como a necessidade de adaptar e adiar a oficina devido ao movimento de ocupação do Campus Nilópolis realizada pelos alunos (#OcupaIFRJ) associada a greve de funcionários no final do segundo semestre de 2016. A própria Oficina Genetikar foi baseada no trabalho de Guedes e Moreira (2016), entretanto foi modificada e adaptada à realidade dos alunos de EMT de CAM do IFRJ, Campus Nilópolis,

não sendo uma reprodução de ideias e práticas exteriores a nós. Não podemos cometer o erro de confundir o conceito de professor reflexivo: Santos *et al*. (2017) nos advertem que a reflexão do professor não deve se realizar num diálogo solitário, mas sim por meio de grupos de docentes, que além de realizarem a troca entre pares podem apoiar-se mutuamente.

Diferente de Mendel, cujas pesquisas se mantiveram às escuras por 35 anos antes de serem descobertas e aceitas (ASTRAUSKAS *et al*., 2009), dividimos nossas reflexões acerca das oficinas com nossos pares da comissão organizadora da Oficina Genetikar e do Grupo de Pesquisas CAFE, cujos comentários e sugestões foram valiosos para nossa pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO E DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA

Assumindo que os conteúdos de genética necessitam de grande abstração para serem entendidos e esbarram em outras dificuldades enfrentadas pelos estudantes, como a linguagem científica, resolvemos investigar sobre como tornar o aprendizado de conteúdos genéticos mais atrativo e contextualizado para alunos de uma turma de ensino médio de uma instituição de EMT.

Acreditamos que o conhecimento científico não pode ser visto como uma aquisição imediatista, mas como resultado de todo um trabalho de construção, correções e reconstruções de forma interpretativa dos fenômenos vivenciados. Buscamos durante a realização deste trabalho, através da associação entre Ciência e Arte, tornar o caminho até os conhecimentos científicos mais contextualizado - para isso, criamos a Oficina Genetikar.

Relembrando que os objetivos desta dissertação que foram: i) investigar as vivências de uma oficina de genética para alunos de uma turma de ensino médio técnico, localizada na Baixada Fluminense; ii) investigar como os conteúdos de genética do ensino médio técnico estão organizados, na proposta pedagógica e curricular de uma instituição de ensino da Baixada Fluminense; iii) realizar uma oficina de genética utilizando filmes e séries de ficção científica e experimentos; iv) relatar as etapas necessárias para a realização de uma oficina de genética extraclasse; e v) avaliar esta estratégia de ensino e sua contribuição na construção do conhecimento dos alunos envolvidos; podemos concluir que foram todos atingidos.

Nossos pressupostos, redigidos com base na bibliografia específica da área e considerando um processo de ensino aprendizagem no qual o aluno tem uma participação ativa, foram confirmados, pois houve envolvimento dos colaboradores, que se mostraram curiosos sobre os conteúdos genéticos introduzidos por meio de filmes e séries de ficção científica; houve participação dos alunos nas aulas laboratoriais, que debateram os temas relacionados às experimentações; e os alunos foram capazes de fazerem relações entre os filmes e séries de ficção científica assistidos com as experimentações observadas, debatendo de forma crítica.

Reiteramos que o diferencial deste trabalho foi a associação de dois recursos didáticos: os filmes e séries de ficção científica com os experimentos com finalidade pedagógica. Relembramos também que o Produto Educacional desta pesquisa é a revista Genetikar, que

com apoio de Mística e Mendel alcançou os alunos em atividades extracurriculares, trabalhando a organicidade de Ciência e Arte. Esse produto foi aplicado e validado em uma construção (reelaboração) dinâmica e propositiva, envolvendo alunos do EMT, de PIBIC, de mestrado e pós-doutorado, mostrando assim a importância da verticalização do ensino nos Institutos Federais (BOMFIM e RÔÇAS, 2018).

A relação entre Ciência e Arte contida neste trabalho foi representada pela personagem cinematográfica Mística, uma mutante que possui o dom da metamorfose, podendo mudar sua aparência e assumir a forma humana que desejar. A personagem trouxe à tona temas genéticos importantes como mutação, eugenia, evolução e ética. A ciência contida neste trabalho foi representada pelo personagem histórico Gregor Mendel, que possui estreita relação com a genética, tendo contribuído para a descoberta das leis da hereditariedade por meio de experiências com ervilhas, que revolucionaram a biologia e tornaram-se a base da genética moderna. São os conceitos advindos de suas pesquisas e de outras tantas no campo da genética que permitem as fantasias dos filmes de ficção científica, tal como a Mística dos *X-men.*

O projeto, de modo geral, estimulou o interesse dos alunos pela genética, desenvolvendo também habilidades como comunicação, liderança, capacidade de ouvir e debater, sociabilidade, reflexão e criticidade. Auxiliou também no relacionamento dos alunos, que ao serem organizados em grupos de forma aleatória, puderam conhecer melhor colegas com quem não tinham tanto contato antes.

Os resultados dos dados analisados nos mostram que os filmes e séries de ficção científica exercem uma grande atração sobre os alunos, que conseguiram relacionar a narrativa dessas obras com os temas genéticos abordados em sala de aula. A realização da oficina em paralelo com as aulas regulares foi positiva para a construção do conhecimento dos alunos, que levaram elementos da oficina para a sala de aula ao citar os filmes e séries assistidos e vice versa, ao levar para a oficina conhecimentos adquiridos em sala de aula. As experimentações foram atrativas para os alunos, que relacionaram as práticas com atividades anteriores. Eles se mostraram curiosos principalmente sobre a eletroforese, que foi comentada inclusive por professores do instituto que gostaram da forma com que improvisamos a experimentação.

Encontramos alunos amadurecidos nos debates e interessados, que nos mostraram muito de Ciência e Arte ao serem convidados a partilharem de suas impressões sobre a oficina no quinto e último encontro da Oficina Genetikar. Foram apresentados desde materiais mais tradicionais como *slides*, a materiais mais criativos como vídeo-documentários, jogos, maquete e paródia. Todo esse material produzido pelos alunos poderia ser utilizado em aulas para abordar os conceitos básicos de genética. Acreditamos que a elaboração desses materiais auxiliou no processo de aprendizagem de genética, permitindo que os alunos se apropriassem da linguagem científica.

Pode-se pontuar algumas etapas e abordagens na oficina que necessitam ser repensadas. O tempo utilizado em cada encontro mostrou-se longo demais, tornando as atividades algumas vezes cansativas para os alunos que já estavam o dia inteiro assistindo aulas. Em alguns encontros foi possível notar um evidente cansaço, principalmente quando eram realizados em datas próximas às avaliações institucionais.

A alteração no planejamento inicial da Oficina Genetikar devido ao movimento de ocupação (#OcupaIFRJ) e greve de funcionários ocorridas no segundo semestre de 2016, prejudicou seu desenvolvimento ao cortar pela metade o número de encontros. Temendo diminuir a qualidade da oficina, decidimos manter o maior número possível de filmes, séries, experimentos e temas genéticos, resultando no aumento do tempo de cada encontro e opção por exibir trechos selecionados dos filmes e séries. A experiência com os encontros nos mostrou que uma seleção menor de temas genéticos e filmes talvez tivesse cansado menos os alunos.

Apesar dos problemas enfrentados, podemos comemorar o sucesso da Oficina Genetikar. A conexão entre ciência e arte foi abraçada pelos próprios alunos, que passaram a enxergar a arte dentro do laboratório de biologia, sendo mencionando filmes e séries onde eles viram as técnicas reproduzidas no laboratório didático, ou na maquete onde foi esculpido um dos experimentos realizados (eletroforese). Na voz dos alunos, a Oficina Genetikar:

"Com os filmes, séries, debates e aulas no laboratório, eu consegui entender a matéria de uma forma mais dinâmica e divertida". Aluno 18

"Anteriormente confesso que não achava que a arte poderia "andar de mãos dadas" com a ciência, porém esses encontros me fizeram mudar de ideia. Há uma grande paixão dentro de

mim por biologia, desde quando entrei no IFRJ, simplesmente foi incrível cada experiência da Oficina Genetikar" Aluno 13

"Aprendemos, nos divertimos, conhecemos novos filmes, refletimos sobre questões éticas e tivemos a oportunidade de sair da sala de aula para vermos que a ligação entre ciência e arte funciona e nos interessa". Aluno 30

Após a conclusão da Oficina Genetikar, temos o prazer de comunicar alguns desdobramentos: i) comunicação da Oficina Genetikar na XI Jornada Interna de Iniciação Científica e Tecnológica (XI JIT); ii) submissão de dois artigos a um periódico indexado pela área de Ensino (CAPES) e listado no Qualis sobre experimentações no ensino de genética, resultado das práticas laboratoriais realizadas durante a Oficina Genetikar; e sobre o produto educacional revista Oficina Genetikar; iii) a execução da segunda edição da Oficina Genetikar, dessa vez aberta a toda a comunidade do IFRJ campus Nilópolis e reformulada a partir da reflexão da experiência anterior; e iv) o manuscrito de um capítulo no livro do Grupo de Pesquisas CAFE, sobre a experiência de trabalhar a organicidade de Ciência e Arte na Oficina Genetikar.

Diante de uma realidade cada vez mais complexa, em que os dilemas da sociedade do conhecimento são cada vez mais dinâmicos e globais, a sala de aula precisa de esforços com igual complexidade e ousadia para lidar com as multidimensões do ensinar e do aprender. Cada experiência desperta novas indagações e inquietações na partilha de conteúdos essenciais para uma leitura mínima do mundo em que vivemos. Foi assim com a Oficina Genetikar!

Genetikar contou a história de uma oficina que propôs mergulhar em temas da genética promovendo a integração de linguagens e práticas para problematizar o conteúdo da disciplina Biologia III, já que entendemos que o conhecimento progride com essa contextualização. As vivências mostraram que os jogos, as ligações e solidariedades entre os saberes promovidos pelo movimento de Genetikar ampliaram irremediavelmente o mútuo canal de escuta, tão caro aos ambientes de ensino e a sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, I. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo: Cortez, 2011.

ALVES, F. C. Diário – um contributo para o desenvolvimento profissional dos professores e estudo dos seus dilemas. *Instituto Politécnico de Viseu*, s/d. Disponível em: < http://www.ipv.pt/Millenium/Millenium29/30.pdf> Acesso em: 29/06/2018.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisas quantitativas e qualitativas*. São Paulo: Editora Pioneira, 2001.

ALVES, R.; RÔÇAS, G. Revista Controvérsias: uma formação continuada sobre CTS para professores de ciências por meio de uma revista digital. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 7, p. 93-105, 2017.

ALVES, Z. M. M. B.; SILVA, M. H. G. F. D. Análise qualitativa de dados de entrevista: uma proposta. *Paidéia*, v. 1, n. 2, p. 61-69, 1992.

A MOSCA. David Cronenberg. Produção de Mel Brooks e Stuart Cornfeld. EUA: Twentieth Century Fox Film Corporation, 1986, DVD (96 min), longa-metragem, son., color.

ANDRADE, E. C. P. *O professor de biologia e o cinema*: possibilidades de discussão com o filme Blade Runner. In: VII Encontro Perspectivas do Ensino de Ciências E Simpósio Latino Americano da International Organizations for Science Technology Education. Anais. São Paulo, SP, 2000.

ANJOS, M.B. Ampliar o olhar e compreender para melhor fazer, produzir e viver: o audiovisual como proposta para ciência e arte. In: ANJOS, M.B; PEREIRA, M.V.; CORREIA, K. (Org.). *Cinema, Arte e Educação: confluências no ensino de ciências.* Rio de Janeiro: Publit, 2014.

ANJOS, M. B.; DECCACHE-MAIA, E.; BOMFIM, A. M. Os desafios da construção de um Mestrado Profissional: um panorama dos sete anos do Propec. *Polyphonía*, v. 24, n. 2, p. 1-19, 2013.

ANTÚNEZ, G. C.; PÉREZ, S. M. Concepciones de los docentes universitários sobre los trabajos prácticos de laboratorio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n.1, p. 1-17, 2008.

ARAUJO-JORGE, T. C. Ciência e arte: caminhos para inovação e criatividade. In: ARAUJO-JORGE, T. C. (Org.) *Ciência e Arte: encontros e sintonias*. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2004.

ARAUJO-JORGE, T. C. Relações entre ciência, arte e educação: relevância e inovação. *Agência FioCruz de notícias*, 2007. Disponível em: < https://agencia.fiocruz.br/relações-entre-ciência-arte-e-educação-relevância-e-inovação> Acesso em: 22/04/2017.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.

ARQUIVO X: jogo de gato e rato. S1E24. R. W. Goodwin. Roteiro por Chris Carter. EUA: Fox, 1994, DVD (45 min), série de TV, son. color.

ASTRAUSKAS, J. P.; NAGASHIMA, J. C.; SACCO, S. R.; ZAPPA, V. As leis da herança por Gregor Johann Mendel, uma revolução genética. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, n. 13, p. 1 – 6, 2009.

AUMONT, J. *A imagem*. 6ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1993.

BANET, E.; AYUSO, G. E. Teaching of Biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School. *International Journal of Science Education*, v. 25, p. 373-407, 2003.

BAUER, M. W.; GASKELL, G.; ALLUM, N. C. Quantidade, qualidade e interesse do conhecimento: evitando confusões. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org) *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BBC. *Médicos descobrem mulher criada a partir da fusão de gêmeos*. BBC Brasil, 2003a. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/ciencia/story/2003/11/031113_embryofn.shtml> Acesso em: 23/03/2018.

_____. *Cientistas criam embrião humano hermafrodita*. BBC Brasil, 2003b. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/ciencia/story/2003/07/030703_hermafrmla.shtml> Acesso em: 23/03/2018.

_____. *Novo método promete baratear fertilização in vitro*. BBC Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/07/130708_novo_metodo_fertilizacao_invitro_an> Acesso em: 23/03/2018.

_____. *Conheça cinco animais transgênicos e entenda argumentos contra e a favor de seu uso*. BBC, 2014. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/08/140819_cinco_animais_transgenicos_mv> Acesso em: 23/03/2018.

_____. Primeiro filho de "três pessoas" nasce a partir de nova técnica. BBC Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/geral-37476702> Acesso em: 23/03/2018.

BITNER-MATHÉ, B. C. Mendelismo: o nascimento da genética. In: BITNER-MATHÉ, B. C.; MATTA, B. P.; MORENO, P. G. (Org.). *Genética Básica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2008.

BLACK MIRROR: engenharia reversa. S3E5. Jakob Verbruggen. Roteiro de Charlie Brooker. Inglaterra/EUA: Endemol UK, 2017, HDTV (60 min), série para TV, son., color.

BOMFIM, A. M.; RÔÇAS, G. Educação superior e educação básica nos Institutos Federais: a verticalização e a capilaridade do ensino a partir da avaliação dos docentes. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, v. 1, p. 1-19, 2018.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, E. S. C.; DIAS, V. B. A ficção científica e o ensino de biologia: contribuição para a aprendizagem de conteúdos do ensino médio. *Revista da SBEnBIO*, n. 7, p. 1798-1809, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 1998.

BRUZZO, C. O documentário em sala de aula. *Ciência & Ensino*, n. 4, p. 23-25, 1998.

CACHAPUZ, A. F. Filosofia da Ciência e Ensino de Química: repensar o papel do trabalho experimental. *Congreso Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorato*. Anais. Santiago de Compostela, Tomo: II, v. 1, p. 357-363, 1992.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciências às orientações das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CAÑETE, L. S. C. *O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor*. 2010. 151f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F. Dificuldades de vestibulandos em questões de genética. In: *47º Congresso Nacional de Genética*. Anais. Águas de Lindóia - SP, 2001.

CARRERA, V. M.; ARROIO, A. Filmes comerciais no ensino de ciências: Tendências no ENPEC entre 1997 e 2009. Atas. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas – SP: UNICAMP, 2011.

CAVALCANTE, E. C. B. *Cinema na cela de aula: o uso de filmes no ensino de biologia para a EJA prisional.* 2011. 37f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2011.

CARVALHO, E.; CAIRES JÚNIOR, F. P.; ANDRADE, M. A. B. S. Tendências de pesquisa sobre atividades práticas de genética. In: *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindóia – SP, 2013.

CATARINACHO, R. L. *O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula*. São Paulo, p. 1 – 33, 2011.

CERRI, Y. L. N. S.; TOMAZELLO, M. G. C. Crianças aprendem melhor ciências por meio da experimentação? In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.) *Quanta ciência há no ensino de ciências?* Editora UFSCar: São Carlos, 2008.

CHASSOT, A. *Ciência através do tempo*. São Paulo: Editora Moderna, 2008.

CHATTOPHADHYAY, A. Understanding of genetic information in higler secondary students in Northeast India and the implications for genetics education. *Cell Biology Education*, v. 4, p. 97-104, 2005.

CHEVALLARD, Y. *La transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Editorial Aique, 1991.

CHRISPINO, A. Ciência, tecnologia e sociedade. *Modulo do Curso de Especialização em Educação Tecnológica*, UAB/CEFET-RJ, aula 11. Mimeo, 2008.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A imagem da ciência no cinema. Química Nova na Escola, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/03-QS-1508.pdf> Acesso em: 25/03/2018.

DECCACHE-MAIA, E.; ASSIS, P. S.; JESUS, R. S., VANNIER-SANTOS, M. A. Estimulando as aulas práticas: uma experiência de formação de professores de ciências. In: *IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade*. Sergipe: UFS, 2010.

DECCACHE-MAIA, E.; MESSEDER, J. C. O uso da arte como narrativa na abordagem CTS no ensino de ciências. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 1, 2016. Disponível em: < http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3890> Acesso em: 25/03/2018.

DE MASI, D. *A emoção e a regra: grupos criativos na Europa de 1850 a 1950*. Editora: UnB, 2000.

DE MEIS, L.; MACHADO, R. C. P.; LUSTOSA, P.; CALDEIRA, M. T.; SOARES, V.; FONSECA, L. The stereotyped image of scientist among students of different countries: Evoking the alchemist? *Biochemical Education*, v. 21, p. 75-81, 1993.

DEMO, P. *Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos*. Brasília: Liber livro, 2ª ed., 2008.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais. *Química Nova Na Escola*, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

DR. HOUSE: com ou sem bengala. S3E2. Daniel Shackhein. Roteiro de Russel Friend e Garret Lerner. EUA: NBC, 2007, HDTV (40 min), série para TV, son., color.

FALA, A. M.; CORREIA, E. M.; PEREIRA, H. D. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. *Ciência & Cognição*, v. 15, n. 1, p. 137 – 154, 2010.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? *Revista da Faculdade de Comunicação, Artes e Letras*/ UFGD, v. 1, n. 1, 2012.

FERNANDES, D. Para uma teoria de avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 19, n. 2, p. 21-50, 2006.

FIGUEIRA-OLIVEIRA, D. *Estudo das convergências em pesquisa e ensino de ciência e arte a partir da análise documental e metodológica*. 2012. 235f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Biociência e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; ROCQUE, L. R.; MEIRELLES, R. M. S.; CACHAPUZ, A. Ciência e Arte: uma prosa para a formação de professores de ciências. In: *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Anais. Águas de Lindóia, SP, 2013, p. 1-8. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0243-1.pdf> Acesso em: 02/06/2018.

GATTACA: experiência genética. Andrew Niccol. Produção de Danny DeVito, Michael Shamberg e Stacey Sher. EUA: Columbia Pictures Corporation, 1997, DVD (112 min), longa-metragem, son., color.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, L. M. J. B. *Uma revista digital como um recurso para abordar química no ensino médio*. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de

Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, RJ, 2014.

GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. Revista digital como recurso tecnológico para o ensino de bioquímica na educação básica. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 3, p. 950-961, 2015. Disponível em: < http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n3a14.pdf> Acesso em: 01/07/2018.

GOMES, L. R.; ROCHA, D. P. Proposta de jogo didático: "As descobertas de Mendel". *Revista da SBEnBio*, n. 7, p. 4.837 – 4.844, 2014.

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*, v. 14, n. 2, p. 271-282, 2008.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GUEDES, K. C. S.; MOREIRA, S. T. Genetikando: usando seriados de TV e simulações de laboratório para ensinar genética. *Genética na escola*, v. 11, n. 1, p. 20 – 27, 2016.

HODSON, H. Experimentos em ciência e no ensino de ciências. Belo Horizonte: CECIMIG, 1996. Traduzido de: PORTO, P. A. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, n. 20, v. 2, p. 53-66, 1988.

IFRJ. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro*. 2011. Disponível em: < http://www.ifrj.edu.br/node/22> Acesso em: 03/04/2017.

_____. *Matriz curricular do curso técnico em controle ambiental integrado ao ensino médio*. 2012. Disponível em: < http://www.ifrj.edu.br/node/146> Acesso em: 22/04/2017.

_____. *Nota oficial da reitoria sobre a ocupação dos campi*, 2016. Disponível em: < http://www.ifrj.edu.br/node/6213> Acesso em: 22/04/2017.

_____. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro*. Disponível em: < http://www.ifrj.edu.br/node/331> Acesso em: 03/04/2017.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2007.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo: Edusp, 2008.

JURASSIC WORLD. Colin Trevorrow. Produção de Frank Marshall e Patrick Crowley. EUA: Universal Studios, 2015, DVD (125 min), longa-metragem, son., color.

LEAL, C. A. *Estratégias didáticas como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes*. 2017. 306f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Programa de Pós Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2017.

LEAL, C. A.; OLIVEIRA, V.L.; RÔÇAS, G.; BARBOSA, J.V. O DNA como objeto da genética, onde fica? Com a palavra estudantes de uma turma do terceiro ano do ensino médio.

In: *XX ENGENE – Encontro de Genética do Nordeste*. Anais. Campina Grande, PB, 2014a, p. 24.

_____. A dificuldade em justificar a relação entre o DNA e a genética. In: *XX ENGENE – Encontro de Genética do Nordeste*. Anais. Campina Grande, PB, 2014b, p. 25.

LEAL, C.A.; RÔÇAS, G.; BARBOSA, J.V. A genética compreendida por estudantes do fim da educação básica: avaliação de uma sequência didática em grupos sanguíneos. In: *III Seminário Internacional de Educação em Ciências (SINTEC)*. Anais. Rio Grande, RS, 2014, p. 1-12. Disponível em: http://www.casaleiria.com.br/sintec3/sintec3.htm>. Acesso em: 17 de set. de 2016.

_____. A genética na educação básica. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)*. Anais. Águas de Lindóia, SP, 2015, p. 1-8. Disponível em: <http://www.xenpec.com.br/anais2015/lista_area_10.htm>. Acesso em: 29 de out. de 2016.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. *Revista Ensaio*, v. 7, n. 3, p. 166-181, 2005.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC)*. Anais. Campinas, SP, p. 1-12, 2011. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf> Acesso em: 29/06/2018.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação*: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUNETTA, V. N. Actividades práticas no ensino da ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 2, p. 81-90, 1991.

MACHADO, M. H. Uso de vídeo como ferramenta no ensino de genética. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ, 2012.

MARBACH, A. D. G. Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, v. 35, n. 4, p. 183-189, 2001.

MARCELINO-JR., C.A.C.; BARBOSA, R.M.N.; CAMPOS, A.F.; LEÃO, M.B.C.; CUNHA, H.S.; PAVÃO, A.C. Perfumes e essências: a utilização de um vídeo na abordagem das funções orgânicas. *Química Nova na Escola*, v. 19, n. 1, p. 15-18, 2004.

MESSEDER, J. C.; RÔÇAS, G. O lúdico e o ensino de ciências: um relato de caso de uma licenciatura em química. *Revista Ciências & Ideias*, v.1, n. 1, p. 69-75, 2009.

MORÁN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 16ª ed. São Paulo: PAPIRUS, 2009.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2009.

MOREIRA, M. C. A.; RÔÇAS, G.; PEREIRA, M. V.; ANJOS, M. B. A interdisciplinaridade em produtos educacionais de um mestrado profissional em ensino de ciências. In: *X Congresso Internacional Sobre Investigación em Didáctica de Las Ciencias*. Sevilla, p. 2.559 – 2.564, 2017.

MUELLER, S.P.M.; CARIBÉ, R.C.V. *Comunicação científica para o público leigo*: breve histórico. Universidade de Brasília, UnB, Londrina, v. 15, n.esp., p. 13-30, 2010.

NASCIMENTO, J. M. L.; MEIRELLES, R. M. S.; SILVA, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; BARROS, M. D. M. Guia do educador para o filme X-Men primeira classe. *Genética na escola*, v. 11, n. 1, 2016.

OLIVEIRA, S. L. B. R. *O cientista na ficção científica: a construção de imagens sociais na linguagem do cinema norte-americano nas décadas de 70, 80 e 90. 2004*. 78f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Programa de Pós Graduação em Comunicação, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, SP, 2004.

OLIVEIRA, B. J. Cinema e imaginário científico. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, supl., p. 133-150, 2006.

OLIVEIRA, M. F. A.; FIGUEIRA-OLIVEIRA, D.; MEIRELLES, R. M. S. Uma proposta para o ensino de ciências por meio do filme "O macro e o micro mundo do Aedes Aegypti". In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)*. Anais. Águas de Lindóia, SP, p. 1-8, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0041-1.PDF >. Acesso em: 20 de maio de 2017.

OLIVEIRA, R. V.; TAKATSUKA, J. P.; BONFIN, V. L.; ROGÉRIO, A. P.; PELLI, A.; PEIXOTO, P. G. Construção de fonte e cuba de eletroforese horizontal e sua aplicação em aulas práticas de bioquímica. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, n. 1, p. 23-27, 2012.

PEREIRA, A. O.; MENEZES, V. M.; VITIELLO, G. C.; DOMINGUEZ, C. R. C. Luz, câmera... ciência: abordando as ciências e suas relações através do filme "Interestelar" e da série "The Big Bang Theory". In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC)*. Anais. Florianópolis, SC, p. 1-12, 2017. Disponível em: < http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/trabalhos.htm>. Acesso em: 09 de jul. de 2017.

PIASSI, L. P., PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de "encontrar erros em filmes". *Educação e Pesquisa*, v. 35, n. 3, p. 525-540, 2009.

PINHATI, F. R. Eletroforese de DNA: dos laboratórios de biologia molecular para as salas de aula. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 4, p. 316-319, 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, n. 1, v. 13, p. 71-84, 2007.

PLANETA DOS MACACOS: a origem. Rupert Wyatt. Produção de Amanda Silver, Peter Chernin, Rick Jaffa e Dylan Clark. EUA: Twentieth Century Fox Film Corporation, 2011, DVD (110 min), longa-metragem, son., color.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. *Él diario del professor*. Sevilla: Díada Editora, 2004.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do fundamental. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

READ, H. *A educação pela arte*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

REIS, V. P. G. S.; AMARANTE, A. L. A. P. C.; OLIVEIRA, S. V.; CAREIRO, M. C. L.; RIOS, K. B. O.; SEPÚLVEDA, C. A. S. O ensino de genética mendeliana na educação básica: uma proposta de sequência didática utilizando experimentos controlados em *Drosophila melanogaster*. *Revista da SBEnBio*, n. 7, p. 7.286-7.295, 2014.

REIS, T. A.; ROCHA, L. S. S.; OLIVEIRA, L. P.; LIMA, M. M. O ensino de genética e a atuação da mídia. Anais. In: *V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica*, 2010.

RIBEIRO, C. G. A propósito da relação entre arte e ciência. In: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Org.). *Temas de Ensino Médio*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2004.

RIBEIRO, R. C. S.; PIERI, C. H.; TONI, D. C. Laboratório de ensino prático em genética e evolução. In: *VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (VI EREBIO Sul)*. Anais. URI, 2013. Disponível em: < http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wp-content/uploads/2013/07/comunicacao/13330_69_Roberta_Castroviejo_da_Silva_Ribeiro.pdf > Acesso em: 02 de jun. de 2017.

RIVAS, P. M. S.; PINHO, J. D.; BRENHA, S. L. A. Experimentos em genética e bioquímica: motivação e aprendizado em alunos do ensino médio de uma escola pública do Estado do Maranhão. *REMPEC – Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 4, n.1, p. 62-75, 2011.

ROCHA, J. B. T.; SOARES, F. A. O ensino de ciências para além do muro do construtivismo. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 26-27, 2005.

ROCQUE, L. L.; SAWADA, A.; FIGUEIRA-OLIVEIRA, D. Literatura e imagens de ficção científica: perspectivas entre as ciências e as artes, relações possíveis para a formação de professores no ensino de ciências. In: HARRIS, L. A. (Org.). *A voz e o olhar do outro*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2012.

RODRIGUES, R. F. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino da genética: um estudo de caso. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 2, p. 53-66, 1995.

SÃO PAULO, Secretaria de Educação. *Caderno de cinema do professor: dois*. Secretaria de Educação, Fundação para o Desenvolvimento da Educação. São Paulo: FDE, 2009.

SILVA, M. H. S.; DUARTE, M. C. O diário de aula na formação de professores reflexivos: resultados de uma experiência com professores estagiários de biologia/geologia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2001.

SILVA, D. S. F.; FRENEDOZO, R. C. A utilização de filmes na mediação da aprendizagem de temas sobre a aplicação do conhecimento genético no ensino de biologia. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (VIII ENPEC). Anais. Campinas, SP, p. 1-12, 2011. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0738-1.pdf> Acesso em: 25/03/2018.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química. *R. Bras. De Ensino de C&T*, v. 6, n. 3, p. 148-160, 2013.

SILVEIRA, R. V. M.; AMABIS, J. M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (IV ENPEC)*. Bauru – SP, 2003.

SCHMIDT, M. L. S. Pesquisa participante: alteridade e comunidades interpretativas. *Psicologia USP*, v. 17, n. 2, p. 11-41, 2006.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. *Fundamentos de genética*. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SUPERINTERESSANTE. *7 doenças genéticas raras*. Superinteressante, 2011. Disponível em: < https://super.abril.com.br/blog/superlistas/7-doencas-geneticas-raras/> Acesso em: 29/06/2018.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 17 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

THIEL, G. C.; THIEL, J. C. *Movie Takes: a magia do cinema na sala de aula*. 1ª ed. Curitiba, PR: Aymará, 2009.

THIOLLENT, M. Notas para o debate sobre pesquisa-ação. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). *Repensando a pesquisa participante*. São Paulo: Brasiliente, 1999.

TRIVIÑO, J. L. P. X-Men: de mutantes y posthumanos. Ingeniería genética y pánico moral. *InterseXiones*, v. 3, p. 189 – 214, 2012.

UNIVERSO HQ. *Mística (Marvel Comics)*. Universo HQ, 2015. Disponível em: http://gibisehqs.blogspot.com.br/2015/04/mistica-marvel-comics.html Acesso em: 06/05/2018.

VENDRUSCOLO, A. E. P. A experimentação numa perspectiva de projetos integradores. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.) *Quanta ciência há no ensino de ciências*. São Carlos: EDUFSCar, 2008.

VIDAL, C. S.; CHRISPINO, A. A controvérsia CTS da guerra a partir de uma história em quadrinhos. In: XI Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. Curitiba, PR, p. 1-12, 2016. Disponível em: < http://www.esocite2016.esocite.net/resources/anais/6/1471464131_ARQUIVO_Vidal_Chrispino_ESOCITE2016.pdf> Acesso em: 25/03/18.

VIDAL, F. L. K.; REZENDE FILHO, L. A. C. Escolhendo gêneros audiovisuais para exibição em aulas de ciências e biologia: como os professores entendem a referencialidade da imagem. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 3, p. 47-65, 2010.

X-MEN: apocalise. Bryan Singer. Produção de Lauren S. Donner, Bryan Singer, Simon Kinberg e Hutch Parker. EUA: Twentieth Century Fox Film Corporation, 2016, DVD (144 min), longa-metragem, son., color.

APÊNDICE A - Relação entre conteúdos de genética e os períodos onde são abordados no ensino médio técnico em CAM, no IFRJ.

Relação entre conteúdos de genética e período onde são abordados:		
Período	Disciplina	Conteúdo
2º Período	Biologia II	- Unidade 2: A Célula e o Metabolismo de Controle. • o papel do material genético: duplicação, transcrição, tradução, transferência de informações; • síntese de proteínas: RNAm, RNAt, ribossomos, transmissão das proteínas, código genético; • mutações gênicas; • cromossomos e genes; • cromossomos homólogos e alelos; • cariótipo; • estrutura e função dos cromossomos: constituição e organização, cromossomos da célula interfásica e em divisão.
3º Período	Biologia III	- Unidade I: Conceitos Associados à Genética Básica. • conceituação: genes, alelos, indivíduos homozigotos x indivíduos heterozigotos, simbologia genética; • relação entre genes e cromossomos: conceito de genoma, cromossomos e genes, cromossomos homólogos, células haploides x células diploides, transmissão dos genes entre as gerações; • mutação e variabilidade genética; • fenótipo, genótipo e interação com o meio.
3º Período	Biologia III	- Unidade II: Bases Genéticas da Herança. • 1ª Lei de Mendel: monohibridismo, dominância e recessividade; • heredogramas; • noções de probabilidades; • co-dominância, alelos múltiplos; • 2ª Lei de Mendel: di-hibridismo; • cromossomos sexuais: determinismo do sexo primário, herança ligada ao sexo; • herança quantitativa; • as bases moleculares da herança.
3º Período	Biologia III	- Unidade III: Introdução à Biotecnologia e Engenharia Genética. • bactérias como instrumento da Engenharia Genética: cromossomo bacteriano, plasmídio, resistência, plasmídios recombinantes; • noções de clones e organismos transgênicos; • metodologia para a transferência de DNA recombinante; • aplicações do conhecimento genético: engenharia genética e biotecnologia.

Fonte: Ementário do curso Controle Ambiental do Campus Nilópolis (2012).

APÊNDICE B – Roteiro aluno

Oficina Genetikar – 1º encontro

Vamos refletir um pouco sobre genética?

Podemos começar assistindo o filme GATTACA – Experiência Genética.

GATTACA – Experiência Genética	**112 minutos**	
Diretor: Andrew Niccol	**EUA, 1997**	
Sinopse: Num futuro no qual os seres humanos são criados geneticamente em laboratórios, as pessoas concebidas biologicamente são consideradas "inválidas". Vincent Freeman (Ethan Hawke), um "inválido", consegue um lugar de destaque em corporação, escondendo sua verdadeira origem. Mas um misterioso caso de assassinato pode expor seu passado. Fonte: adorocinema.com		

Para refletir...

• Como podemos identificar o material genético por meio de um exame sanguíneo? Que outras estruturas podem ser utilizadas para identificar o material genético?

• Imagine um futuro próximo ao que é mostrado em Gattaca, os procedimentos para seleção de genes ficariam restritos à exclusão de doenças ou as pessoas teriam direito de escolher algumas características físicas de seus filhos?

• Nesse futuro haveria uma divisão de classes entre os que poderiam pagar por esses procedimentos e os que não poderiam? Há algum risco de discriminação baseado no código genético de cada um?

• É desejável uma sociedade que controla o que cada cidadão pode realizar baseado em imperfeições genéticas? Qual é o critério de imperfeição? Imperfeição é o que é diferente?

• Seria um benefício ou ameaça ter um banco nacional com os dados genéticos da população?

APÊNDICE C – Roteiro de Aula

Oficina Genetikar

Prática das cores

1. Objetivo: Diferenciar as interações alélicas do tipo dominância completa, dominância incompleta e codominância; estimular a capacidade investigativa e produtiva dos alunos.

2. Aparato Experimental:

- Becker 250 mL;
- Garrafas de Polietileno (PET);
- Funil;
- Vasilhas de Plástico Transparentes;
- Colher de Sobremesa;
- Proveta de 50 mL.

2.1. Reagentes:

- Tinta Guache Branca 50 mL;
- Tinta Guache Vermelha 50 mL;
- Óleo de Cozinha 50 mL;
- Leite Integral.

2.2. Complementares:

- Cola Branca Suficiente para colar;
- Rótulos com sequências de Aminoácidos.

3. Procedimento Experimental:

Primeiramente, faz-se necessário montar o aparato experimental para realização do experimento. Sobre a bancada devem estar todos os itens que constam na relação do aparato experimental.

3.1 Dominância completa:

a) Em um Becker adicione 3 colheres de tinta guache vermelha. Após isto, completar metade do Becker com Água até misturar toda a tinta;

b) Em Outro Becker Adicionar meia colher de Tinta guache branca e avolumar até a metade até toda a tinta ficar diluída;

e) Separar duas garrafas pets em que cada uma deverá possuir um rótulo contendo uma sequência de aminoácidos diferentes, utiliza a cola para colar os rótulos na frente da garrafa.

f) Utilizando o funil, transferir o conteúdo de cada Becker exclusivamente para cada garrafa pet, tampar e assim reservar.

3.2 Dominância incompleta:

a) Em um Becker adicione 1 colher de tinta guache vermelha. Após isto, completar metade do Becker com Água até misturar toda a tinta;

b) Em Outro Becker Adicionar 1 colher de Tinta guache branca e avolumar até a metade até toda a tinta ficar diluída;

e) Separar duas garrafas pets em que cada uma deverá possuir um rótulo contendo uma sequência de aminoácidos diferentes, utiliza a cola para colar os rótulos na frente da garrafa.

f) Utilizando o funil, transferir o conteúdo de cada Becker exclusivamente para cada garrafa pet, tampar e assim reservar.

3.3 Codominância:

a) Em outra dupla de garrafas PET, cole em cada garrafa um rótulo com diferentes sequências de aminoácidos;

b) Com a ajuda de um funil coloque meio copo de leite integral em uma das garrafas;

c) Com a ajuda de um funil coloque meio copo de óleo de cozinha na outra garrafa.

3.4 Análise:

- Em uma vasilha plástica transparente, despeje os conteúdos da dupla de garrafas da preparação "dominância completa" e misture cuidadosamente;

- Em outra vasilha plástica transparente, despeje os conteúdos da dupla de garrafas da preparação "dominância incompleta" e misture cuidadosamente;

- Em outra vasilha plástica transparente, despeje os conteúdos da dupla de garrafas da preparação "codominância" e misture cuidadosamente.

3.5 Conclusão:

A mistura dos conteúdos de cada dupla de garrafas correspondem às interações entre os dois alelos e a cor final observada representa a característica fenotípica resultante dessa interação

APÊNDICE D - Roteiro de Aula

Oficina Genetikar

Extração de DNA – Célula Animal e Vegetal

1. Objetivo: Demonstrar a extração e condensação do DNA; mostrar que o DNA pode ser encontrado em diferentes tipos de células; debater e aprofundar questões científicas relacionadas com experimentos genéticos

2. Aparato Experimental:

- 2 Becker 250 mL;
- Termômetro;
- Faca;
- Suporte para Filtro;
- Tubo de Ensaio;
- Bico de Bunsen e Tela de Amianto;
- Funil;
- Banho de Gelo;
- Colher de Sopa.

2.1. Reagentes:

- Cebola;
- Sal de Cozinha (NaCl);
- Corante Azul de Bromofenol;
- Detergente sem corante;
- Álcool gelado.

2.2. Complementares:

- Filme PVC;
- Caixa de palitos;
- Caixa de Papel de Filtro.

3. Procedimento Experimental:

Primeiramente, faz-se necessário montar o aparato experimental para realização do experimento. Sobre a bancada devem estar todos os itens que constam na relação do aparato experimental. Os tubos ensaios em estantes de tubos de ensaios, a tela de amianto acima do Bico de Bunsen com o gás desligado.

3.1 Célula Vegetal

A) Adicionar 4 colheres de sopa de detergente e 1 colher de chá de sal em um Becker e posteriormente avolume com 150 mL de Água destilada.

B) Posteriormente, introduzir a cebola que deverá ser picada em pequenos pedaços e por fim, cubra o Becker com PVC (Não exagerar, pois quanto maior a quantidade de reagente utilizado, pior será o tratamento de resíduos)

C) Abrir o gás e acender o Bico de Bunsen de maneira correta com o auxílio de fósforo, após isto, colocar sobre a chama que deverá ser controlada pela vazão de gás o suficientemente para não se queimar ao colocar sobre esta chama a tela de amianto. Desta forma, colocar a solução preparada no Becker em banho maria (Formação de bolhas) por 20 minutos.

D) Filtrar a solução com o papel de filtro e transferir para outro Becker.

E) Colocar em Banho de Gelo por 5 minutos.

F) Adicionar Álcool gelado pelas paredes do recipiente aos poucos o suficientemente para deixar toda a parede do recipiente escorrendo com Álcool. Agite com a mão.

G) Deixar em repouso o recipiente por 10 minutos (Qualquer interferência no sistema causará desequilíbrio no equilíbrio químico que irá atrasar mais ainda o experimento). Será possível observar um sistema trifásico onde será possível diferenciar 3 fases com densidades diferentes. No fundo do recipiente terá água, no meio, fragmentos de DNA e no topo do recipiente, álcool.

3.2 Célula Animal:

a) Em um Becker de 250 mL adicionar 100 mL de Água e introduzir uma alta quantidade de NaCl até que a solução fique turva;

b) Faça um bochecho desta solução por aproximadamente 1 minuto;

c) No mesmo Becker adicionar 1 gota de detergente e agitar;

d) Em outro Bécker adicionar 100 mL de Álcool e introduza uma gota de corante Azul de Bromofenol e agitar a solução até ela ter aspecto azulado;

e) Despejar a solução azulada sobre a solução onde estão as células e espere por aproximadamente 5 minutos;

d) Observe o resultado.

APÊNDICE E - Roteiro de Aula

Oficina Genetikar

Eletroforese de ácidos nucléicos

1. Objetivo: apresentar técnicas utilizadas em laboratórios de genética, estimular o aluno a refletir sobre a forma que a genética é aplicada.

2. Aparato Experimental:

- Cuba eletroforética: Placa de Petri;
- Clipes de papel (metal);
- Fios de aço inox;
- Presilhas do tipo jacaré;
- Fonte de energia.

2.1. Reagentes:

- Gel de agarose;
- Corante Azul de Bromofenol.

2.2. Complementares:

- Pente de plástico (cortar alguns dentes do pente de forma que três dentes fiquem à mesma distância);
- Geladeira;
- Fonte elétrica;
- Material genético.

3. Procedimento Experimental:

Primeiramente, faz-se necessário montar o aparato experimental para realização do experimento. Sobre a bancada devem estar todos os itens que constam na relação do aparato experimental.

3.1 Preparação Cuba eletroforética:

a) Preparar o gel de agarose;

b)Colocar a mistura na Placa de Petri e fixar os clipes de papel, tomando o cuidado de deixar um espaço de 5cm de metal para fora;

c) Colocar o pente de plástico para formar os poços onde serão aplicadas as amostras de DNA;

d) Levar a Cuba eletroforética à geladeira até o gel de agarose ficar firme.

3.2 Aplicação do material genético:

a) Colocar 2 gotas (1µ) do material genético em um tubo de ensaio;

b) Adicionar 2 gotas (1µ) do corante Azul de Bromofenol;

c)Aplicar a amostra nos poços do gel de agarose próximos a um dos clipes de metal.

3.3 Corrida eletroforética:

a) Prender as presilhas do tipo jacaré nos clipes de metal, o polo negativo deve ser onde as amostras foram aplicadas ;

b) Ajustar a fonte elétrica em 13V;

c) Observar a corrida eletroforética.