

Indjara Probst

**AS AULAS PRÁTICAS DE GENÉTICA CLÁSSICA:
CRUZAMENTOS COM *Drosophila* COMO RECURSO
DIDÁTICO NO ENSINO SUPERIOR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientadora: Prof^a Dr^a Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli.

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Probst, Indjara

As aulas práticas de Genética Clássica :
cruzamentos com *Drosophila* como recurso didático no
Ensino Superior / Indjara Probst ; orientadora,
Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli, 2017.
135 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e
Tecnológica, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Ensino de
Genética. 3. Ensino Superior. 4. Aprendizagem
significativa crítica. 5. *Drosophila*. I.
Maestrelli, Sylvia Regina Pedrosa. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

Folha de aprovação

Aos meus alunos, que já foram, são e ainda serão objeto de estudo diário, proporcionando aprendizado constante e valioso, acerca do *ser* professora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC, por oferecer condições estruturais e formativas para o desenvolvimento deste trabalho. À Capes, pela bolsa concedida que permitiu maior dedicação ao curso e à pesquisa.

Obrigada aos professores do PPGECT, por suas aulas e pela proposição de discussões, que contribuíram grandemente com minha formação. Aos colegas de mestrado pelas trocas de experiência, conversas de corredor, cafés nos intervalos de aula, risadas e sofrimentos compartilhados.

Agradeço a todos os colegas e amigos dos grupos de estudos NUEG, Bússolas e To be+, que contribuíram de forma direta ou indireta com este trabalho. Especialmente a André Luís Franco da Rocha e Beatriz Pereira, por serem grandes e sinceros parceiros para estudos, discussões, conversas, almoços, desabafos, risadas e abraços.

Agradeço imensamente à Prof^a Dr^a Daniela Cristina De Toni, minha orientadora de TCC, que investiu esforços para me convencer a fazer um curso de mestrado e me apresentou o PPGECT. Muito obrigada, Dani!

À maior responsável pelo meu crescimento como pesquisadora ao longo desses três últimos anos, minha orientadora Prof^a Dr^a Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli. Obrigada por me mostrar a beleza que há no ensino de Ciências, compartilhando seus conhecimentos e dedicando seu tempo para minha formação. Obrigada por me deixar fazer parte do NUEG, ensinar-me a importância de defender minhas ideias e me mostrar que não ter ideias também faz parte do processo.

Às professoras da disciplina de Genética Clássica do curso de Ciências Biológicas, pela disponibilidade e interesse em contribuir com minha pesquisa. Sou muito grata às três, por me receberem gentilmente, abrirem as portas de suas salas, compartilharem seu planejamento e responderem aos meus questionamentos, sempre. Obrigada pela confiança!

Aos professores que contribuíram diretamente com o delineamento deste trabalho, auxiliando com reflexões desde a qualificação até a defesa. Obrigada Prof Dr Lúcio Ely Ribeiro Silvério, Prof^a Dr^a Mariana Brasil Ramos, Prof^a Dr^a Adriana Mohr, Prof Dr Giordano Wosgrau Calloni e Prof^a Dr^a Daniela Tomio.

Agradeço também aos meus amigos e familiares que me apoiaram durante o mestrado, respeitando meu cansaço, entendendo minhas ausências e me incentivando a continuar. Um obrigada especial ao meu marido Eduardo Scharf, por estar sempre ao meu lado, acreditar no meu sucesso e por interromper minhas longas horas em frente ao computador.

RESUMO

Este trabalho buscou analisar as aulas práticas com *Drosophila* na disciplina de Genética Clássica dos cursos diurnos de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) a partir dos princípios da aprendizagem significativa crítica. A literatura aponta que o ensino de genética traz desafios por abordar conceitos complexos e abstratos, e atividades que envolvem apenas a resolução de exercícios parecem não favorecer a aprendizagem, pois mantêm os conteúdos distantes da realidade dos estudantes e sem produzir significados. Os cruzamentos com *Drosophila* podem ser um bom recurso didático para o estudo de padrões de herança, e há trinta anos vem sendo utilizados pela disciplina de Genética Clássica. A partir da observação direta das aulas, da análise de documentos e de entrevista semiestruturada com as três professoras da disciplina, este trabalho teve por objetivo analisar elementos das aulas práticas com *Drosophila* que contemplam os princípios da aprendizagem significativa crítica. Foram observadas a organização das aulas e concepções docentes a respeito dessas práticas; suas justificativas para a realização das aulas com *Drosophila*; como as docentes relacionam teoria e prática e quais são seus objetivos educacionais e formativos. A disciplina está organizada em aulas teóricas e práticas e os conteúdos seguem a ordem histórica em que foram construídos; as professoras dão grande importância às aulas práticas, pois propiciam aos estudantes a vivência do método científico, finalizando a disciplina com a produção de relatórios em padrão de artigo científico. A associação de atividades teóricas e práticas é apontada pelas professoras como forma de favorecer o estabelecimento de relações complexas, que deve acontecer entre os conteúdos de genética, conteúdos de outras disciplinas e o cotidiano dos estudantes. O planejamento das aulas permite que os estudantes realizem a descoberta artificial dos conteúdos, contexto que pode favorecer a aprendizagem significativa. O perfil de egresso almejado considera a formação crítica como elemento essencial, sendo indispensável a formação científica, tanto para futuros bacharéis quanto para licenciados. As concepções docentes sobre aprendizagem se aproximam da aprendizagem significativa por estarem relacionadas à compreensão de processos e mecanismos que vão além dos conteúdos; entretanto, os objetivos dos instrumentos avaliativos parecem não contemplar essas concepções. As professoras destacam a relevância da formação crítica, mas vinculam a criticidade à capacidade de observar conteúdos específicos em contextos

variados e avaliar se estão corretamente aplicados. Já a aprendizagem significativa crítica relaciona a criticidade à capacidade de compreensão da realidade a partir dos conhecimentos, com reflexo na atitude do estudante frente a situações do cotidiano. Apesar dessa divergência conceitual, e dos objetivos das professoras com as atividades propostas diferirem, em certa medida, dos objetivos das próprias atividades, alguns princípios da aprendizagem significativa crítica podem ser alcançados na disciplina. As aulas práticas com *Drosophila* são uma estratégia potencialmente promotora da aprendizagem significativa de conteúdos de genética, com a qual as professoras conseguem criar situações facilitadoras dessa aprendizagem, apesar de não terem esse objetivo. A disciplina é um modelo de situações que permeiam os diferentes contextos de ensino, com limites e determinantes que ultrapassam as concepções dos sujeitos envolvidos.

Palavras-chave: Ensino de Genética; Ensino de Biologia; Ensino Superior; Aprendizagem significativa crítica; *Drosophila*; Aulas práticas.

ABSTRACT

This work sought to analyze the practical classes with *Drosophila* in the discipline of Classical Genetics of the diurnal courses of Biological Sciences of the Federal University of Santa Catarina (UFSC) from the principles of critical meaningful learning. The literature points out that the teaching of genetics brings challenges by addressing complex and abstract concepts, and activities involving only the resolution of exercises do not seem to favor learning, because they keep the contents distant from students' reality and without producing meanings. Crosses with *Drosophila* can be a good didactic resource for the study of inheritance patterns, and for thirty years it has been used by the discipline of Classical Genetics. From the direct observation of the classes, the document analysis and the semistructured interview with the three teachers of the discipline, this work aimed to analyze elements of the practical classes with *Drosophila* that contemplate the principles of critical meaningful learning. The organization of lectures and teaching conceptions about these practices were observed; their justifications for *Drosophila* classes; how teachers relate theory and practice and what are their educational and training objectives. The discipline is organized in theoretical and practical classes and the contents follow the historical order in which they were constructed; the teachers give great importance to the practical classes, as they provide students with the experience of the scientific method, finishing the discipline with the production of reports in a scientific article model. The teachers point out the association of theoretical and practical activities as a way to favor complex relationships, which must happen between the contents of genetics, contents of other disciplines and the daily life of the students. The planning of the classes allows the students to perform the artificial discovery of the contents, a context that can favor meaningful learning. The desired egress profile considers critical training as an essential element, and the scientific training is indispensable, for both future bachelors and graduates. The teaching conceptions about learning approach meaningful learning because they are related to the understanding of processes and mechanisms that go beyond the contents; however, the objectives of the evaluation instruments do not seem to contemplate these conceptions. Teachers emphasize the relevance of critical training, but they link criticality to the ability to observe specific content in a variety of contexts and evaluate if they are correctly applied. Critical meaningful learning, on the other hand, relates

criticality to the capacity to understand reality based on knowledge, with a reflection on the student's attitude towards everyday situations. Despite this conceptual divergence, and the teachers' objectives with the proposed activities differ to some extent from the objectives of the activities themselves, some principles of critical meaningful learning can be achieved in the discipline. Practical classes with *Drosophila* are a potentially promising strategy for meaningful learning of genetic contents, with which teachers can create situations that facilitate such learning, even though they do not have this goal. The discipline is a model of situations that permeate the different contexts of teaching, with limits and determinants that surpass the conceptions of the subjects involved.

Keywords: Teaching of Genetics; Teaching of Biology; Higher education; Critical Meaningful Learning; *Drosophila*; Practical classes.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEG - Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CB - Ciências Biológicas

NUEG - Núcleo de Estudos em Ensino de Genética, Biologia e Ciências

PP - Projeto Pedagógico

PPCC - Prática Pedagógica como Componente Curricular

PPGECT - Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1 CONTEXTO DE PESQUISA	21
1.1 ENSINO DE GENÉTICA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS.....	21
1.1.1 O uso de atividades práticas no ensino.....	22
1.1.2 A <i>Drosophila melanogaster</i> como modelo: da bancada para a sala de aula.....	25
1.2 OS CURSOS DIURNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFSC	31
1.3 A DISCIPLINA DE GENÉTICA CLÁSSICA (BEG7035)	36
1.3.1 Professoras ministrantes.....	37
1.3.1.1 Trajetória acadêmica da professora P1.....	38
1.3.1.2 Trajetória acadêmica da professora P2.....	39
1.3.1.3 Trajetória acadêmica da professora P3.....	40
1.3.2 As aulas práticas com cruzamentos de <i>Drosophila</i>.....	41
1.3.2.1 O início dos estoques de <i>Drosophila</i> no BEG.....	41
1.3.2.2 Organização atual dos cruzamentos	42
2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A FORMAÇÃO CRÍTICA	47
2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	47
2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA	52
3 PERCURSO METODOLÓGICO	57
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	57
3.2 ASPECTOS DA PESQUISA QUALITATIVA	62
3.3 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	63
3.3.1 Observação direta	63
3.3.2 Análise documental	64
3.3.3 Entrevista semiestruturada	65
4 OLHARES DOCENTES SOBRE AS AULAS PRÁTICAS	67
4.1 AS AULAS DE GENÉTICA CLÁSSICA: ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA E CONCEPÇÕES DOCENTES.....	67
4.2 DEFINIÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS	74
4.3 RELAÇÃO TEORIA E PRÁTICA	80
4.3.1 Atividades avaliativas na disciplina.....	82

4.4 OBJETIVOS DAS AULAS PRÁTICAS.....	91
4.4.1 As práticas e a formação profissional.....	96
4.5 PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NA DISCIPLINA GENÉTICA CLÁSSICA	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS.....	109
APÊNDICE A - Roteiro de observação das aulas de Genética Clássica (BEG7035)	115
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado com as professoras entrevistadas.....	117
APÊNDICE C - Roteiro de entrevista semiestruturada	119
ANEXO A - Plano de ensino da disciplina Genética Clássica (BEG 7035)	123
ANEXO B - Orientações para a elaboração dos Relatórios	129

APRESENTAÇÃO

Ingressei no curso de graduação em Ciências Biológicas (CB) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2007 e desenvolvi atividades em diversas áreas relacionadas ao curso. Minha iniciação científica começou em 2008, no Laboratório de Cultura de Tecidos e Fisiologia Vegetal (Departamento de Botânica), onde participei de um projeto de pesquisa para o desenvolvimento de métodos de conservação *in vitro* de espécies florestais. No ano seguinte, fui membro da Empresa Júnior de Ciências Biológicas – SIMBIOSIS, participando da Diretoria do Administrativo-Financeiro por três semestres. Apesar de gostar da rotina do laboratório e dos projetos da empresa júnior, ainda não tinha encontrado uma área que despertasse meu interesse.

Na quinta fase da graduação, cursei a disciplina de Genética Clássica e conheci o Laboratório de Drosofilídeos¹ (Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética), que mantém estoques de moscas da espécie *Drosophila melanogaster* utilizadas em aulas práticas de cursos de graduação da UFSC, incluindo o de CB. No decorrer da disciplina quis saber mais sobre os projetos do laboratório e os organismos estudados. Conversei com o professor responsável e, infelizmente, naquele momento não estava aceitando novos estagiários. Segui com as atividades da graduação e mantive contato com o professor de genética.

Em 2010 abriram novas vagas e passei a integrar a equipe do laboratório, onde iniciei pesquisa em um projeto de ecologia e taxonomia de drosofilídeos de Mata Atlântica. No mesmo ano, participei do curso de Genética, Taxonomia e Evolução de Drosofilídeos, promovido pelo Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que contribuiu grandemente para minha permanência no mesmo projeto. No final do ano de 2011 participei do VII Simpósio de Ecologia, Genética e Evolução de *Drosophila*, realizado em Belém-PA, que incluiu um período de pesquisa na Estação Científica Ferreira Penna, na região amazônica. Esta experiência ampliou meus conhecimentos acerca das pesquisas com drosofilídeos e reforçou a sua importância como seres vivos integrantes de sistemas

¹ Drosofilídeos são denominados todos os organismos pertencentes à família Drosophilidae. A família reúne diversos gêneros de pequenos insetos, conhecidos como moscas da fruta ou mosca da banana. O nome deriva do gênero *Drosophila*, bastante utilizado como modelo em pesquisas na área de genética e ecologia.

complexos, direcionando a pesquisa que já vinha desenvolvendo.

Como bolsista de iniciação científica deste laboratório, realizei meu Trabalho de Conclusão de Curso observando a diversidade de espécies de drosofilídeos de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, concluindo em 2012 a graduação nas modalidades de bacharelado e licenciatura.

Apesar de ter cursado as disciplinas de licenciatura juntamente com as de bacharelado, meu interesse se manteve apenas na área da pesquisa durante grande parte do curso. Somente nas últimas fases da graduação percebi a educação como possível área de trabalho. Os estágios obrigatórios proporcionaram momentos de discussão sobre ensino de Ciências e Biologia, assim como atividades práticas em algumas escolas da rede pública municipal de Florianópolis, que foram importantes para despertar meu interesse na área.

Terminada a graduação, ao longo do ano letivo de 2013 fui articuladora do Laboratório de Ciências de uma escola da rede estadual de ensino, localizada em Florianópolis. Dentre as atribuições deste cargo, estava a proposição e desenvolvimento de atividades práticas nas disciplinas de Química, Física e Biologia para os três anos do Ensino Médio, na disciplina de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental, assim como no eixo temático Ciências Naturais para as séries iniciais do Ensino Fundamental.

Durante esta vivência percebi que, no ambiente escolar, o Laboratório de Ciências possui um admirável potencial para despertar a curiosidade dos estudantes. As aulas práticas eram ótimas oportunidades para revelar a proximidade da ciência e desmitificar a produção do saber, revelando-se importantes para o aprendizado das Ciências de maneira geral. Em muitos momentos no laboratório os estudantes demonstraram grande interesse ao manipularem materiais e fazerem observações sobre as aulas. Ao propor e desenvolver atividades no laboratório pude perceber também dificuldades dos estudantes com diversos conteúdos. Devido ao meu interesse pela genética, as dificuldades relacionadas ao tema acabaram me chamando especial atenção. Em trabalho conjunto com uma das professoras de Biologia da escola, percebi que ela também tinha dificuldades, em relação ao conteúdo conceitual mas, principalmente, com o ensino de genética.

Mantendo minha simpatia pelos drosofilídeos, busquei parceria com o meu antigo professor de genética da UFSC. O professor prontamente se dispôs a fornecer material e ajudar a elaborar e desenvolver uma atividade na escola, que utilizasse cruzamentos de *D. melanogaster*, parecidos com os realizados nas aulas práticas de

Genética Clássica na graduação. Juntamente com a professora de Biologia da escola, realizamos alguns desses cruzamentos em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio. Já havia vivenciado estes cruzamentos como aluna, sem refletir sobre suas potencialidades e como professora, percebi que a motivação gerada nos estudantes foi importante. O desenvolvimento de toda a atividade foi bastante satisfatório e me trouxe inquietações sobre o ensino e a aprendizagem de genética na escola, e conseqüentemente, suscitou questões também no âmbito da graduação.

Neste contexto fui motivada a investigar algumas possíveis relações entre as aulas práticas com drosófilas e o processo de ensino e aprendizagem de genética nos cursos diurnos de CB da UFSC. No presente trabalho busco responder o seguinte problema: **as aulas práticas com *Drosophila*, na disciplina de Genética Clássica do curso de CB, são potencialmente promotoras da aprendizagem significativa? Se sim, como?**

O conteúdo conceitual trabalhado na disciplina de Genética Clássica é estabelecido com base na ementa, mas a metodologia de ensino é definida pelo professor através do plano de ensino. Ou seja, utilizar os cruzamentos com moscas nas aulas práticas é uma escolha do professor, bem como outros recursos que venha a utilizar visando à aprendizagem dos estudantes. Assim, tenho por objetivo geral **analisar quais elementos presentes nas aulas práticas da disciplina Genética Clássica contemplam os princípios da aprendizagem significativa crítica**. Como objetivos específicos estão: compreender a dinâmica das aulas práticas com *Drosophila* na disciplina; identificar os objetivos que as sequências de atividades práticas preveem; identificar as compreensões dos professores sobre as aulas práticas; identificar os objetivos dos professores nas aulas práticas; e relacionar os elementos envolvidos na aula prática com os princípios da aprendizagem significativa crítica.

Os dois primeiros capítulos buscam apresentar ao leitor o contexto no qual está situada a pesquisa. O capítulo um trata do ensino de genética, com enfoque no uso de drosofilídeos como modelo, assim como apresenta os cursos diurnos de licenciatura e bacharelado em CB da UFSC e a disciplina na qual o estudo foi realizado. Já o segundo capítulo traz os principais elementos da teoria da aprendizagem significativa e os princípios da aprendizagem significativa crítica que orientaram a investigação e a análise dos dados.

O capítulo três é composto pela descrição dos elementos metodológicos e instrumentos de coleta que compõem e caracterizam o

estudo. No quarto e último capítulo busco responder o problema proposto a partir da apresentação e análise dos dados.

1 CONTEXTO DE PESQUISA

Neste capítulo apresento os principais elementos que compõem o universo no qual está inserida a pesquisa, buscando explicitar o espaço, o tempo e os sujeitos que compuseram o recorte de estudo. Na primeira parte deste capítulo (1.1), trato de algumas questões pertinentes à área de ensino de genética. A partir de trabalhos desenvolvidos na área, foco nos desafios apontados pelos professores e as estratégias que podem favorecer a aprendizagem. Apresento brevemente a importância das drosófilas como organismo modelo em pesquisas científicas e o sua utilização no ensino. Na seção seguinte (1.2), descrevo a estrutura e alguns dos pressupostos que norteiam os cursos diurnos de CB da UFSC. Na última seção do capítulo (1.3) trago a organização da disciplina de Genética Clássica, especificamente as etapas e a dinâmica das aulas práticas nas quais são utilizados os cruzamentos com as moscas; e apresento as professoras responsáveis pela disciplina.

1.1 ENSINO DE GENÉTICA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS

O ensino de genética parte do estudo dos aspectos da hereditariedade, buscando entender os mecanismos pelos quais as características são transmitidas entre as gerações. A partir do entendimento dos mecanismos responsáveis pela herança e adaptação dos seres vivos, discutem-se questões mais complexas sobre a evolução. Estudos em diferentes níveis de ensino, como os de Paiva e Martins (2005), Giacóia (2006), Klautau-Guimarães *et al.* (2008¹, 2008²), Reis *et al.* (2010), Infante-Malachias *et al.* (2010), Rivas, Pinho e Brenha (2011), Rodrigues (2012) e Silvério e Maestrelli (2012) salientam que os conteúdos de genética são difíceis de serem compreendidos, pois envolvem objetos complexos, de difícil compreensão e que exigem muita abstração, sendo importante que os professores busquem estratégias de ensino que ultrapassem a simples aplicação de algoritmos. A constante utilização de exemplos abstratos e de atividades restritas à resolução de exercícios dificulta a aprendizagem, mantendo os conteúdos de genética distantes da realidade dos estudantes e sem produzir significados (Sylvia).

Apesar de ser cada vez mais fácil o acesso às informações científicas, dentro e fora do ambiente escolar, a hereditariedade é ainda interpretada com base em conhecimentos leigos, do cotidiano (KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, 2008¹). As explicações para os fenômenos hereditários parecem ser independentes do nível de

escolaridade do indivíduo. Segundo um breve levantamento realizado no trabalho de Klautau-Guimarães *et al.* (2008¹) as explicações dadas por indivíduos que cursam o Ensino Médio ou uma graduação, são similares e se distanciam muito das concepções científicas.

Essas informações prévias dos estudantes interferem no processo de construção de significados. Considerando que um novo conhecimento é construído a partir de conhecimentos antigos, já estabelecidos, os conceitos aprendidos de forma errônea ou equivocada podem ser mais um desafio a ser vencido pelos professores. Uma das estratégias mais utilizadas, visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem de genética, são os modelos como recurso didático.

O pluralismo metodológico é valorizado; Laburú, Arruda e Nardi (2003, p. 258) afirmam que “quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem significativa da maioria de seus alunos”. Klautau-Guimarães *et al.* (2008¹, 2008²) salientam a importância de proporcionar aos professores estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem, criando recursos didáticos que estejam adequados à realidade e auxiliem na superação de dificuldades relacionadas à genética.

Em muitas atividades propostas nos trabalhos aqui mencionados, os recursos sugeridos não envolvem a utilização do livro didático e de aulas expositivas. Tais elementos possuem importância no processo de ensino e aprendizagem, mas parecem ser insuficientes, ou mesmo ineficientes, para o ensino de conceitos complexos e abstratos como os de genética. As atividades denominadas *práticas* envolvem, em sua maioria, a construção ou manipulação de materiais e modelos como alternativa ao ensino que tradicionalmente acontece, restrito a aulas expositivas e com o livro didático como único material de aprendizagem.

1.1.1 O uso de atividades práticas no ensino

Diante das dificuldades existentes no processo de ensino e aprendizagem de genética, os professores podem recorrer a atividades práticas para diversificar a abordagem dos temas propostos. As investigações que tratam de atividades práticas são, em grande parte, voltadas para proposições no âmbito do Ensino Fundamental e Médio. Dos trabalhos que discutem as práticas no Ensino Superior, predominam os que abordam temas e conteúdos das áreas de Química e Física. Considerando a contribuição da atividade prática, de forma ampla no

processo de ensino e aprendizagem, essa pode ser extrapolada para outras áreas, como a Biologia.

Nesta seção trago discussões a respeito do uso de atividades práticas no ensino, sem distinguir as áreas específicas nas quais os trabalhos foram desenvolvidos. Percebo que muitos autores tratam de experimento, atividade investigativa, atividade prática e aula prática como sinônimos, utilizando muitas vezes o termo experimentação de forma genérica. Mantenho a pluralidade de termos, mas entendo que cada denominação pode expressar um conceito diferente, correspondente à compreensão que o professor possui do processo de ensino e aprendizagem. Nesse momento denomino meu objeto de estudo como *aula prática*, o que condiz com o termo utilizado no curso de CB e na disciplina em questão.

A experimentação está presente no ensino há mais de cem anos, havendo consenso a respeito de sua importância, mas também, muitas críticas sobre os resultados alcançados (GALIAZZI *et al.*, 2001). No contexto brasileiro é crescente o número de pesquisadores interessados no tema. Dentre os trabalhos que se ocupam do tema, Andrade (2011) discute diferentes momentos históricos no século XX em que o uso de atividades investigativas no ensino foi discutido. O autor buscou trabalhos do início ao final do século e somente a partir do ano de 1997 percebeu o aumento expressivo de pesquisas sobre o uso de atividades investigativas no ensino, embora sejam poucas as discussões sobre os princípios teóricos que fundamentam essa prática. Camillo e Mattos (2010) concordam que as atividades experimentais podem reduzir as dificuldades e proporcionar uma aprendizagem prazerosa, mas salientam que ainda não está clara a relação experimento X aprendizagem.

Investigando as dificuldades apontadas por professores e pesquisadores para o uso da experimentação no ensino, Pena e Ribeiro Filho (2009) apontam que um dos principais obstáculos é a falta de pesquisas que indiquem um aprendizado efetivo por meio de experimentos. Tratando especificamente da experimentação no nível superior, Gonçalves (2009, p. 15) afirma que:

na educação superior, os experimentos estão relativamente bastantes presentes. Todavia, nem sempre os estudantes conseguem se apropriar dos conhecimentos desenvolvidos nesses experimentos, e isso contribui para tornar a experimentação uma área de investigação em ensino de Ciências, seja no contexto da educação superior, ou no da educação básica.

Um dos maiores problemas apontados no uso da experimentação é sua aplicação mecânica, em que os estudantes passam por todas as etapas da atividade sem que haja o entendimento dos objetivos. Ou seja, os estudantes concluem a atividade da forma correta, de acordo com o protocolo proposto, mas não aprendem o conteúdo que motivou a proposição da atividade. Andrés, Pesa e Moreira (2006), afirmam perceber nas aulas práticas a grande ênfase na aprendizagem de habilidades e técnicas de recolha e tratamento de dados experimentais. Este enfoque é dado sem relação explícita com referenciais teóricos, causando falta de clareza sobre os objetivos de aprendizagem a serem alcançados dentro do laboratório.

Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002¹) atentam para a recorrente falta de um problema que norteie o trabalho experimental, restando aos estudantes a tentativa de relacionar seus conhecimentos a partir dos fragmentos que lhes são oferecidos. O mau uso de um bom instrumento de aprendizagem gera uma situação em que os estudantes acabam por executar tarefas sem entenderem seus objetivos, passa a ser um “fazer, sem saber por que e para quê” (PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PÉREZ, 2002², p. 258). Ao encontro desses trabalhos, Zômpero, Passos e Carvalho (2012), perceberam que nas atividades de experimentação analisadas a promoção da reflexão no aluno, despertar a curiosidade, proporcionar situações que levem os alunos a questionarem sobre os fenômenos em estudo e instigá-los a saber os porquês não é o objetivo principal das aulas práticas, e sim a memorização do conteúdo previamente estudado, já que a maioria dos sujeitos da pesquisa faz a utilização de atividades com caráter meramente ilustrativo (ZÔMPERO, PASSOS e CARVALHO, 2012, p. 52).

Como solução para impedir este tipo de situação, os autores defendem que os estudantes devem se apropriar dos problemas. Se os problemas são colocados pelos estudantes, ou ao menos são assumidos por eles como seus, o que motiva a busca por respostas passa a ter significado pessoal, criando um verdadeiro desafio intelectual. Rosa e Alves Filho (2013) também tratam desta questão quando se referem à necessidade de ativação do pensamento nas atividades experimentais. Esta ativação é proporcionada pelo “desafio” da própria atividade experimental a ser executada e por aquilo que leva o estudante a executá-la. Outro fator importante é o professor permitir aos estudantes serem sujeitos ativos, sem fornecer a eles respostas prontas, ficando com a função de mediador (PACHECO, 1997; LEITE, SILVA e VAZ, 2005; FALA, CORREIA e PEREIRA, 2010).

O desinteresse dos estudantes, observado em aulas práticas

chamadas de típicas ou habituais, em que não há compreensão do objetivo do experimento, pode ser evitado com o próprio uso de atividades experimentais. Nesse caso, Baratieri *et al.* (2008) mostram resultados positivos em favor das atividades experimentais nas quais o objetivo docente é proporcionar ao estudante a construção de uma visão de mundo menos estagnada e fragmentada, mais articulada aos processos que o envolvem como participante de uma sociedade em constante modificação.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Fernandes e Silva (2004) onde o desenvolvimento de competências é chamado de “pensar cientificamente” para resolver problemas de seu interesse. Dentro de uma perspectiva construtivista e investigativa, Suart e Marcondes (2008) também propõem que as aulas experimentais devem ser organizadas para que o estudante fique diante de uma situação problema, tendo oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação. O papel do estudante passa de receptor passivo a sujeito ativo na troca de ideias, na participação nas atividades e no trabalho de grupo, que geram uma mudança no modo de aprender (MATOSO e FREIRE, 2013).

Considerando os desafios apontados pelos professores e as possibilidades trazidas pelas atividades práticas, é frequente a proposição de aulas práticas que tratem dos conteúdos de genética. Muitas das atividades propostas tratam de cruzamentos entre indivíduos com características distintas, para discussão de mecanismos de herança e de fatores evolutivos nas populações. Para tais cruzamentos são utilizados materiais diversos como jogos didáticos (MIYAKI, MORI e ARIAS, 2007; FERREIRA *et al.*, 2010), dominós (KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, 2008¹), alfinetes (KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, 2008²), baralho (FERREIRA, 2008), canudinhos (TRIGO *et al.*, 2014), e também organismos vivos. A *Drosophila melanogaster* parece ser a espécie mais utilizada e documentada como modelo. A próxima seção conta parte da história dessa pequenina mosca e como provavelmente iniciou o seu uso no ensino em nosso país.

1.1.2 A *Drosophila melanogaster* como modelo: da bancada para a sala de aula

A genética surgiu como campo científico no início do século XX. Já em 1910, o zoólogo e geneticista estadunidense Thomas Hunt Morgan (1866-1945), publicou na revista *Science* resultados de pesquisa baseados em cruzamentos de *Drosophila melanogaster*. Morgan e seus colaboradores mostraram que os genes estão organizados de forma

linear ao longo dos cromossomos. Sua pesquisa teve grande repercussão e a drosófila passou a ser o organismo modelo mais bem estudado na genética. Além de ser um organismo pequeno, fácil de ser criado e manipulado, com baixo custo de manutenção de estoques em laboratório, ciclo de vida curto (10-12 dias), prole numerosa e um grande conjunto de características para estudo.

O artigo publicado por Sepel e Loreto (2010), em comemoração aos cem anos de uso da *Drosophila* na genética, faz uma síntese de sua história como organismo experimental. Os autores relatam que em pouco tempo, na “sala das moscas” (*fly room*), como era conhecido o laboratório de Morgan, foram desenvolvidas e publicadas diversas pesquisas, que deram suporte para a teoria cromossômica da herança e possibilitaram a produção dos primeiros mapas genéticos. Com o aumento do conhecimento a respeito da mosca, diversos mutantes foram identificados e até criados para estudo em laboratórios pelo mundo. Seguindo com as pesquisas, foi demonstrado que *Drosophila* possui uma complexidade biológica comparável à dos mamíferos, e a mosca “revelou-se um excelente organismo modelo, permitindo a identificação de genes importantes no desenvolvimento de humanos” (SEPEL e LORETO, 2010). A *Drosophila* é utilizada como modelo genético para doenças humanas neurodegenerativas, como Parkinson e Alzheimer, assim como no estudo de mecanismos relacionados ao envelhecimento, imunidade e diabetes.

Os estudos evolutivos com *Drosophila* foram impulsionados com a chegada do ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) à equipe de Morgan. Ele reconheceu que esse gênero, composto de aproximadamente 1500 espécies, algumas das quais já sendo modelos experimentais importantes, era muito atrativo e promissor para estudar os mecanismos através dos quais a evolução ocorria (SEPEL e LORETO, 2010, p.45). Muitas espécies de drosofilídeos utilizam frutos maduros ou fermentados para alimentação e oviposição, mas existe uma grande diversidade de recursos que são explorados por essas moscas. As relações ecológicas e as adaptações encontradas em espécies diferentes, auxiliam os pesquisadores na compreensão de aspectos evolutivos das espécies, e em estudos de genética de populações. Entre as décadas de 1940 e 1950, Dobzhansky veio para o Brasil por meio de uma parceria entre a Universidade de São Paulo e a Fundação Rockefeller, da qual era membro. O pesquisador possuía interesse na diversidade de drosofilídeos das Américas e, em São Paulo, coordenou um programa para o desenvolvimento da genética de populações.

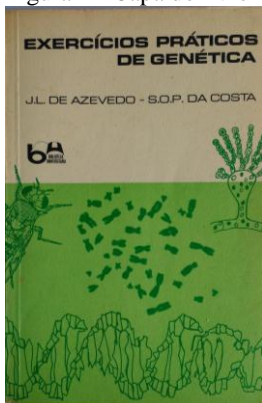
O trabalho de Monte Sião (2013), apesar de ter enfoque na

história da ciência, contribuiu com o presente estudo. O autor abordou a história do grupo que institucionalizou a genética de populações com drosófilas no Brasil, a partir da década de 40, no Departamento de Biologia Geral da antiga Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL/USP). Este grupo foi fundado a partir da grande influência das visitas de Dobzhansky ao Brasil e das pesquisas de André Dreyfus (1897-1952). O trabalho consistiu em entrevistas realizadas com cinco docentes do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da USP, que tiveram contato direto ou indireto com os pesquisadores do referido grupo. Os docentes entrevistados foram Lyria Mori, Luiz Edmundo de Magalhães, André Luiz Paranhos Perondini, Carlos Ribeiro Vilela e João Stenghel Morgante, todos doutores pesquisadores na área de Genética Animal, que já trabalharam ou ainda trabalham com drosofilídeos.

As entrevistas realizadas trataram do percurso histórico dos docentes entrevistados; sua percepção sobre a parceria entre Dobzhansky e Dreyfus para o desenvolvimento da genética na USP e no Brasil entre 1940 e 1950; as contribuições do grupo naquele período; o papel do ensino de genética de populações a estudantes do ensino médio da educação básica; e o papel da História da Ciência no Brasil na educação científica. O trabalho mencionado e os demais materiais consultados no presente estudo não datam, com precisão, quando as moscas passaram a ser utilizadas em sala de aula. A partir do que vivenciei durante a graduação, parece ser comum professores universitários proporem atividades em suas aulas que refletem sua formação ou fazem parte da linha de pesquisa de seus laboratórios. A partir dos livros Exercícios Práticos de Genética (AZEVEDO e COSTA, 1973) e Biologia Experimental (STEFANI, SCHEIN e CARVALHO, 1988), pode-se estimar quando e com qual objetivo as drosófilas entraram nas salas de aula brasileiras.

O livro Exercícios Práticos de Genética (Figura 1) foi publicado pela Companhia Editora Nacional, da Editora da Universidade de São Paulo, no ano de 1973. Os organizadores João Lúcio de Azevedo e Sérgio Olavo Pinto da Costa, são professores da Universidade de São Paulo que atuam na área de genética. O livro mencionado é um manual de práticas para o ensino de genética na graduação e pós-graduação, direcionado a estudantes de vários cursos que possuem disciplinas de genética. Dentre as práticas sugeridas, são encontradas atividades com cruzamentos de *D. melanogaster* para o estudo de padrões de herança.

Figura 1 - Capa do livro Exercícios Práticos de Genética



Fonte: A autora (2017).

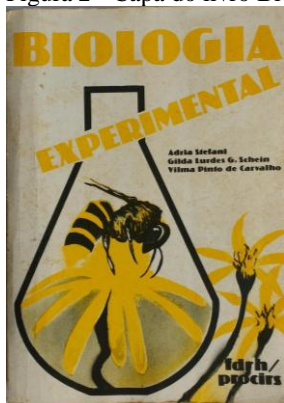
Na introdução do livro, os organizadores explicam que “quase todos os exercícios representam de alguma maneira, a experiência dos autores ou fazem parte da linha de trabalho de seus laboratórios” (AZEVEDO e COSTA, 1973, p.11). Alguns cruzamentos são resultantes de trabalhos originais, publicados pela primeira no livro. Os autores escreveram o livro com a colaboração de pesquisadores de instituições de ensino do Brasil, Estados Unidos, Portugal e Inglaterra. Na apresentação do livro, é mencionado que as atividades práticas descritas já são utilizadas pelos professores em sala de aula muitos anos antes da sua publicação, o que indica o uso desse recurso em diversas instituições de ensino superior antes mesmo da década de 70. Fica claro também que o objetivo dos autores é contribuir para a formação de geneticistas teóricos e de pesquisadores em genética. Para eles é importante que os estudantes compreendam o método científico e desenvolvam o gosto pela realização da pesquisa, para que possam dominar a prática e se tornar verdadeiros cientistas.

O verdadeiro cientista trabalha com as mãos, com seus olhos e com o seu cérebro. Infelizmente no Brasil ainda há muito “cientista” que não faz pesquisa; há muito cientista que na verdade é o empreiteiro, trabalhando com as mãos e os olhos dos outros (AZEVEDO e COSTA, 1973, p.10).

Já o livro *Biologia Experimental* (Figura 2), é da Fundação para o Desenvolvimento de Recursos Humanos de Porto Alegre, e foi publicado em 1988. As autoras, Adria Stefani, Gilda Lurdes Giacomini Schein e Vilma Pinto de Carvalho, descrevem atividades com

cruzamentos de *Drosophila* para a educação básica. As autoras, professoras da educação básica, utilizam o livro de Azevedo e Costa (1973) como umas de suas referências para sugerir atividades práticas no ensino de Biologia. Esse livro da década de 80, foi escrito buscando sanar “a falta de procedimentos e técnicas adequadas para dinamizar a atividade em nível de sala de aula” (STEFANI, SCHEIN e CARVALHO, 1988, p.8). As autoras “organizaram, testaram e estão divulgando, através deste livro, uma extensa bateria de práticas experimentais” (STEFANI, SCHEIN e CARVALHO, 1988, p.8), com o intuito de proporcionar conhecimento científico e aproximar o estudante, do então 2º grau², do método científico³.

Figura 2 - Capa do livro Biologia Experimental



Fonte: A autora (2017).

Os docentes entrevistados no trabalho de Monte Sião (2013) falaram especificamente dos cruzamentos com *Drosophila* como uma possibilidade metodológica para o ensino de genética. Os trechos a seguir sintetizam as opiniões desses professores:

Carlos Vilela ainda defende que inicialmente o aluno deveria entender os mecanismos básicos da genética, e para isso poderiam ser utilizadas pelo professor as drosófilas, que acredita ainda não ter

² Atualmente no Brasil denominado Ensino Médio

³ Refiro-me ao método científico hipotético dedutivo, no qual a investigação científica é desenvolvida buscando a construção e teste de uma hipótese, para solucionar o problema gerado a partir de um fato observado ou de um conjunto de conhecimentos teóricos.

sido superada como material para esse tipo de aula (MONTE SIÃO, 2013, p. 98).

Se o aluno conseguisse criar drosófila, fazer uns cruzamentos, que dá para fazer, pelo menos ele veria. Cruza uma mosca de olho vermelho com a de olho branco, vai nascer isso ou aquilo, ele acompanha a Lei de Mendel, aquilo é real, então, ele vê. Isso sim deveria ser feito (André Luiz Paranhos Perondini) (MONTE SIÃO, 2013, p. 152).

Nós mantemos aqui um banco de linhagens, temos mais de sessenta linhagens de mutações que podemos indicar para o professor, dependendo do que ele for ensinar, e da infraestrutura da escola. Você pode usar isso sem ter microscópio. Tem mutações que você pode ver a olho nu, então, isso desperta muito mais interesse nos alunos. (...) A gente fornece mutações que sejam adequadas para o nível que o professor está querendo administrar e os conceitos que ele quer desenvolver. O que é o conceito mais básico da genética? É a primeira lei de Mendel, envolvendo os conceitos da segregação, da dominância e da recessividade. Você pode passar todo curso prático, desenvolvendo esses conceitos e não se preocupando com os desdobramentos subsequentes que é só para quem tem interesse específico... simplesmente usando as drosófilas (Carlos Ribeiro Vilela) (MONTE SIÃO, 2013, p. 165).

Tratando especificamente de cruzamentos que seguem a mesma proposta utilizada na disciplina de Genética Clássica, os trabalhos de Miyaki, Mori e Arias (2007) e De Toni, Maestrelli e Marrero (2014), salientam que as drosófilas são uma boa ferramenta didática para o estudo de padrões de herança. Além de seu uso nas aulas de genética, estes organismos, notavelmente adequados à experimentação, são destacados como estratégia válida também para tratar de conceitos interdisciplinares, como as fases de vida dos insetos (FALA, CORREIA e PEREIRA, 2010), desenvolvimento/organogênese, etologia, toxicologia e mutagênese (SEPEL e LORETO, 2010). O trabalho de Demczuk, Sepel e Loreto (2007) propõe que se trabalhe, já com as crianças, o conceito de ciclo de vida a partir de culturas de drosófilas.

Os autores afirmam que inúmeras discussões podem ser geradas, a partir do tema, com estudantes em diferentes fases do ensino. Salientam que se trata de um recurso didático que necessita de pouco investimento e alguma criatividade. Para Fala, Correia e Pereira (2010) quando o professor propõe práticas que utilizam drosófilas, além de estimular a curiosidade dos estudantes, possibilita que relacionem mais elementos ao conhecimento específico. Assim,

são três elementos que se interligam: os estudantes como sujeitos a conhecer algo; o objeto do conhecimento; e o docente que irá mediar essa interação e fazer com que, através de suas ações pedagógicas, o aluno seja favorecido na apropriação do conhecimento (FALA, CORREIA e PEREIRA, 2010, p. 146).

Vale dizer que dentre os trabalhos que tratam de *Drosophila*, não foram encontrados autores que defendam o abandono do organismo modelo, nem mesmo que sugiram que sua substituição por outro organismo ou material traria maiores contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de genética. Os resultados obtidos a partir de atividades com *Drosophila* são tratados de forma positiva e indicam que sua utilização é vantajosa no desenvolvimento de temas relacionados à genética.

Os cruzamentos com *Drosophila* foram trazidos para a UFSC, como um recurso didático para o ensino de genética na graduação, quando o curso de CB possuía a matriz curricular bastante diferente da atual e as disciplinas de genética estavam organizadas de outra forma. Ao longo dos anos o curso passou por reformas curriculares e novas disciplinas foram criadas, sendo que os cruzamentos foram mantidos e sua relevância para o ensino de conteúdos de genética permanece nos cursos atuais.

1.2 OS CURSOS DIURNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFSC

A UFSC foi fundada em 1960 e em 1978 foi criado o curso de graduação em CB, em substituição à modalidade de Licenciatura Curta em Ciências. Em 2005 houve a última reforma curricular, que foi implementada no primeiro semestre de 2006 e resultou na presente organização do curso. Esta seção traz alguns aspectos dessa reforma, que auxiliam o desenvolvimento do presente estudo apontando questões institucionais que regem o curso e influenciam nas concepções dos docentes.

Atualmente o Centro de Ciências Biológicas (CCB) oferece quatro cursos de graduação: bacharelado diurno, licenciatura diurno, licenciatura noturno e licenciatura à distância. Nos cursos diurnos os estudantes ingressam em um currículo comum e a partir da quinta fase podem optar pela modalidade de bacharelado ou licenciatura através da matrícula nas disciplinas específicas de cada curso. De acordo com a matriz curricular dos cursos, o bacharelado pode ser concluído em nove semestres e a licenciatura em dez.

Naquela época a comissão responsável pela reforma salientou em seu relatório alguns problemas, que dificultavam ou impediam a implementação de novas propostas. Dentre os problemas identificados, o documento destaca:

- 1) a carga horária individual de muitos professores, envolvidos por vezes em duas ou até três disciplinas em outros cursos, além daquelas do curso de Ciências Biológicas.
- 2) a falta de perspectiva de uma adequação do número de docentes à carga de trabalho, inclusive didática, em alguns Departamentos.
- 3) o número exagerado de alunos que muitos dos docentes têm de atender por semestre, nas diversas disciplinas que ministram, além dos seus orientados e estagiários que fazem estágios curriculares e extracurriculares, muitas vezes por vários semestres.
- 4) a falta, tanto quantitativa como qualitativa, de pessoal técnico de apoio, tanto administrativos como técnico de laboratório.
- 5) a falta de equipamentos modernos, e da manutenção dos que existem, que dificulta a modernização de disciplinas já existentes e impede a criação de outras, que poderiam preparar de forma adequada os egressos para o mercado de trabalho.
- 6) uma visão extremamente acadêmica de muitos professores do curso, que acreditam que uma formação clássica da Biologia ainda prepara de forma adequada e suficiente os futuros profissionais, para um mercado de trabalho que crescentemente demanda não só um sólido preparo acadêmico, mas também habilidades e experiência para atuar nas mais variadas áreas de atuação do biólogo, incluindo a iniciativa privada (UFSC, 2005, p. 2)

Muitas novidades foram propostas, dentre elas destaco duas. A

primeira diz respeito à incorporação da perspectiva da formação do biólogo como *educador*, apesar de o documento não expor uma definição direta para o termo. Entendo que incluir no curso discussões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de Biologia seja um avanço, pois os estudantes que optam por cursar o bacharelado podem atuar no ensino superior e, até então, não haviam momentos para refletir a prática docente neste curso. Nas modalidades licenciatura e bacharelado, há disciplinas com atividades de Prática Pedagógica como Componente Curricular (PPCC) desde o primeiro semestre do curso. Assim o futuro bacharel também pode refletir sobre práticas pedagógicas auxiliares na sua formação como educador. Já a segunda tem relação com o Trabalho de Conclusão de Curso e o primeiro contato obrigatório do estudante com as atividades de pesquisa. Foram incluídas quatro disciplinas: Vivência em Pesquisa I; Vivência em Pesquisa II; Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso e Trabalho de Conclusão de Curso, que têm por objetivo permitir que o estudante conheça diferentes áreas de estudo, se ele assim desejar, e possa optar pela que tiver mais interesse.

O Projeto Pedagógico (PP) proposto foi elaborado buscando que o egresso do curso, bacharel ou licenciado, tenha uma formação ampla e generalista, o que vai ao encontro da legislação vigente. Tratando especificamente da licenciatura, o professor formado deve dominar os conteúdos específicos das CB e da área educacional. Os profissionais formados no bacharelado também passam a ter a atribuição de educadores e, para tal, devem ter formação nessa área. O parecer CNE/CES 1.301/2001 foi um dos referenciais legais que orientaram o PP e os trechos a seguir foram extraídos deste documento:

O Bacharel em Ciências Biológicas deverá ser: a) generalista, **crítico**, ético, e cidadão com espírito de solidariedade; [...] e) consciente de sua responsabilidade como **educador**, nos vários contextos de atuação profissional (BRASIL, 2001, p.3, grifo meu).

A estrutura do curso deve ter por base os seguintes princípios: -contemplar as exigências do perfil do profissional em Ciências Biológicas, levando em consideração a **identificação de problemas e necessidades atuais e prospectivas da sociedade**, assim como da legislação vigente; [...] -privilegiar atividades obrigatórias de **campo, laboratório e adequada instrumentação**

técnica; [...] -garantir um ensino **problematizado** e **contextualizado**, assegurando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; -proporcionar a formação de competência na **produção do conhecimento** com atividades que levem o aluno a: procurar, interpretar, analisar e selecionar informações; identificar problemas relevantes, **realizar experimentos** e projetos de pesquisa (BRASIL, 2001, p.4-5, grifo meu).

Além do estágio curricular, uma série de outras atividades complementares deve ser estimulada como estratégia didática para garantir a **interação teoria-prática** (BRASIL, 2001, p.6, grifo meu).

Outro parecer utilizado para elaborar o PP do curso é o CNE/CP 009/2001, que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Deste documento cabe ressaltar que:

É importante todavia, para a autonomia dos professores, que eles saibam como são produzidos os conhecimentos que ensina, isto é, que tenham noções básicas dos contextos e dos **métodos de investigação** usados pelas diferentes ciências, para que não se tornem meros repassadores de informações (BRASIL, 2002, p.35, grifo meu).

[...] para que a postura de investigação e a relação de autonomia se concretizem, **o professor necessita conhecer e saber usar determinados procedimentos de pesquisa**: levantamento de hipóteses, delimitação de problemas, registro de dados, sistematização de informações, análise e comparação de dados, verificação etc (BRASIL, 2002, p.36, grifo meu).

Ninguém promove a aprendizagem de **conteúdos** que não domina nem a constituição de **significados** que não possui ou a **autonomia** que não teve oportunidade de construir (BRASIL, 2002, p.37, grifo meu).

Sobre o perfil do biólogo egresso do curso, o PP menciona, dentre outras atribuições, que deve ser um profissional “dotado de uma

visão profunda, multidisciplinar e integrada das Ciências Biológicas, estando devidamente familiarizado com o conhecimento e a metodologia científica, em seus múltiplos aspectos teóricopráticos” (UFSC, 2005). Dentre as áreas de atuação evidenciadas no PP, estão o ensino, a geração do saber biológico e a aplicação dos conhecimentos técnico-científicos.

Em 2015 o Ministério da Educação publicou uma nova resolução que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior, referente a cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura, e para a formação continuada. Apesar de os cursos de CB da UFSC estarem organizados de acordo com documentos anteriores, cabe destacar alguns trechos da resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015:

§ 5º São princípios da Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica: [...] V - a articulação entre a **teoria** e a **prática** no processo de formação docente, fundada no domínio dos **conhecimentos científicos** e didáticos, contemplando a indissociabilidade entre ensino, **pesquisa** e extensão (BRASIL, 2015, p. 4, grifo meu).

Art. 5º A formação de profissionais do magistério deve assegurar a base comum nacional, pautada pela concepção de educação como processo **emancipatório** e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da **articulação entre teoria e prática** e à exigência de que se leve em conta a **realidade** dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão, para que se possa conduzir o(a) egresso(a): [...] IV - às dinâmicas pedagógicas que contribuam para o exercício profissional e o desenvolvimento do profissional do magistério por meio de visão ampla do processo formativo, seus diferentes ritmos, tempos e espaços, em face das dimensões psicossociais, histórico-culturais, afetivas, relacionais e interativas que permeiam a ação pedagógica, possibilitando as condições para o exercício do **pensamento crítico**, a **resolução de problemas**, o trabalho coletivo e interdisciplinar, a criatividade, a inovação, a liderança e a

autonomia (BRASIL, 2015, p. 6, grifo meu).

Art. 8º O(A) egresso(a) dos cursos de formação inicial em nível superior deverá, portanto, estar apto a: [...] XII - utilizar instrumentos de pesquisa adequados para a construção de **conhecimentos pedagógicos e científicos**, objetivando a reflexão sobre a própria prática e a discussão e disseminação desses conhecimentos (BRASIL, 2015, p. 7, grifo meu).

O documento mantém a pesquisa e os conhecimentos científicos como parte indispensável da formação docente. Em contraposição ao previsto nos documentos anteriores, esses elementos parecem estar diretamente relacionados à formação de sujeitos críticos que, a partir da compreensão da realidade em que vivem, podem refletir suas ações e modificar a própria realidade. A articulação da teoria e da prática com base nos conhecimentos científicos e didáticos é proposta como instrumento nesse processo, não ficando mais restrita ao âmbito do ensino de conteúdos específicos.

1.3 A DISCIPLINA DE GENÉTICA CLÁSSICA (BEG7035)

A genética é uma área importante da Biologia e seu estudo nos cursos de graduação em CB demanda disciplinas específicas. No CCB, o departamento responsável pelas disciplinas de genética é o Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética (BEG). A disciplina que trata dos conceitos básicos de genética nos cursos diurnos de graduação em CB é a Genética Clássica (BEG7035), obrigatória no bacharelado a partir do quinto semestre de curso e na licenciatura a partir do sexto. Neste subcapítulo descrevo a organização da disciplina, especificamente em relação às aulas práticas com *Drosophila* e às professoras ministrantes, com base no cenário do primeiro semestre letivo de 2015.

A disciplina possui carga horária de 72 horas-aula, distribuídas semanalmente em 2 horas-aula teóricas e 2 horas-aula práticas. De acordo com a ementa, dentre os principais temas abordados estão: as leis básicas da genética; herança e ambiente; interações genéticas; determinação gênica do sexo e herança ligada ao sexo; ligação, recombinação e mapeamento genético; os genes nas populações; frequências gênicas e genotípicas; e o equilíbrio de Hardy-Weinberg.

As aulas teóricas ocorrem no turno matutino, com a turma toda em uma mesma sala (cerca de 30 estudantes). A sala de aula possui boa

infraestrutura, com cadeiras para todos os estudantes, uma mesa grande para o professor, projetor multimídia com tela, computador, quadro branco, ar condicionado e iluminação suficiente. As aulas teóricas são basicamente expositivas dialogadas, incluindo atividades como resolução de exercícios e apresentação de seminários.

Já nas aulas práticas, os estudantes vão aos laboratórios de ensino, divididos em três turmas diferentes (A, B e C). Uma turma tem aulas práticas no período matutino, logo após as aulas teóricas e as outras duas têm aulas práticas no período vespertino. Nas aulas práticas, em geral, são propostas atividades diversificadas, relacionadas aos conteúdos trabalhados nas aulas teóricas. Apesar de serem denominadas aulas práticas, estas duas horas-aula são utilizadas também para atividades consideradas teóricas, como aulas expositivas. Os laboratórios de ensino utilizados são pequenos e possuem uma estrutura básica, com bancadas altas, tomadas, bancos para os estudantes e professor, pia, computador, projetor multimídia, quadro de giz, ar condicionado e iluminação suficiente. Muitas atividades envolvem o uso de microscópio estereoscópio, equipamento também chamado de lupa. Os laboratórios de ensino possuem alguns equipamentos desse tipo, mas não em quantidade suficiente para todos os estudantes. Apesar do cuidado por parte dos técnicos e dos professores, a maioria dos equipamentos é antiga e não está em perfeito funcionamento.

A disciplina prevê carga horária de 7 horas-aula para atividades de PPCC, que são contempladas parte no período correspondente às aulas práticas, e parte extraclasse. Os conteúdos trabalhados e as atividades desenvolvidas em todas as aulas, seguem o cronograma do plano de ensino (Anexo A), podendo sofrer ajustes de acordo com o andamento de cada turma. Dentre as atividades práticas são realizados cruzamentos com *D. melanogaster*, que são foco do presente estudo e estão descritos na seção seguinte. A avaliação da disciplina consiste em uma nota, obtida da média de notas de atividade teórica (peso 6) e prática (peso 4). A nota teórica é resultante de três provas individuais, que são aplicadas em sala de aula. Já a nota prática é composta por atividades diversas, como resolução de exercícios, relatórios e atividades da PPCC, geralmente realizadas em grupos.

1.3.1 Professoras ministrantes

Exponho nesta seção a organização das docentes nas aulas e uma breve apresentação da trajetória acadêmica e experiência profissional de cada uma delas. Por questões de discrição, opto por me referir a todas

utilizando o gênero feminino.

A disciplina Genética Clássica (BEG7035) é ministrada por três docentes (P1, P2 e P3) que contribuem com as aulas de formas diferentes. As professoras se organizam nas aulas teóricas e práticas conforme mostrado no Quadro 1. Eventualmente esta organização sofre alterações em virtude da disponibilidade de horários das professoras.

Quadro 1 - Organização das professoras nas aulas de cada turma.

Professora	Turma A	Turma B	Turma C
P1	Teórica	Teórica	Teórica
P2	Teórica/Prática	Teórica	Teórica/Prática
P3	Prática	Prática	--

Fonte: A autora (2017).

A trajetória acadêmica e as experiências profissionais de cada professora podem auxiliar no entendimento de aspectos do processo de ensino e aprendizagem dentro da disciplina. Todas tiveram contato com aulas práticas com *Drosófilas* antes de serem professoras de Genética Clássica. Essa vivência influencia a atual organização da disciplina e o desenvolvimentos das aulas.

1.3.1.1 Trajetória acadêmica da professora P1

A professora P1 é egressa do curso de bacharelado em CB da UFSC, onde foi aluna da professora P3. Foi monitora da disciplina de Genética Clássica por quatro semestres e fez seu Trabalho de Conclusão de Curso estudando *Drosófilas*. Fez mestrado em Genética e Biologia Molecular e doutorado em Genética Animal. Possui três pós-doutorados, todos envolvendo estudos com *Drosophilídeos*.

Desde a graduação, P1 desejava ser professora e ministrar aulas de genética, especificamente na disciplina de Genética Clássica. Foi professora substituta na UFSC e ministrou aulas de genética para os cursos de Biologia e Agronomia. Passou a ser professora do quadro efetivo da universidade ocupando uma vaga na área de Citogenética Animal. Inicialmente foi responsável pela disciplina de Citogenética e com a aposentadoria de P3, passou a ministrar aulas de Genética Clássica. Atualmente assumiu grande parte da disciplina, é responsável

por quase todas as aulas teóricas e em algumas aulas práticas substitui P3.

Com relação à sua vivência como aluna da disciplina e das aulas práticas, P1 considera bastante positiva. Salienta a aprendizagem dos conteúdos como maior contribuição para sua prática docente. Como professora de Genética Clássica, P1 busca reproduzir para seus estudantes a experiência que teve e fica satisfeita ao se aproximar do que vivenciou.

1.3.1.2 Trajetória acadêmica da professora P2

P2 é licenciada em CB pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e durante a graduação desenvolveu estudos sobre drosofilídeos. Fez mestrado e doutorado em Genética e Biologia Molecular, e dois pós-doutorados estudando drosofilídeos e outros insetos, tendo sua formação com enfoque na genética animal. Antes de ser professora da UFSC teve experiências pontuais no ensino de Biologia, tanto no Ensino Médio, quanto no Ensino Superior. Durante a graduação e mestrado, ministrou aulas como parte dos estágios obrigatórios e em um projeto de extensão. No doutorado, fez estágio docente em uma disciplina de Biologia Molecular, que tinha sequências de atividades nas aulas práticas com a produção de relatórios pelos estudantes no final, organização semelhante à da disciplina de Genética Clássica. Em um pós-doutorado ministrou aulas práticas para estudantes de pós-graduação.

Apesar de ter passado por várias experiências profissionais ao longo da formação, P2 não considera que tenha sido professora antes de assumir sua vaga na universidade. Prestou concurso para área de genética animal e com a aposentadoria de P3, assumiu sua vaga. Desde a graduação desejava ministrar aulas de genética, mas não havia pensado em ministrar aulas de Genética Clássica antes de ser professora da UFSC. Durante sua formação, as drosófilas foram organismos de pesquisa, P2 não havia utilizado as moscas como recurso didático. Na graduação teve aulas práticas que envolviam cruzamentos, mas na posição de estudante, não chamaram sua atenção como modelo para o ensino.

A professora é responsável por disciplinas de genética em diversos cursos como licenciatura em CB noturno, Nutrição e Ciência e Tecnologia de Alimentos. Na organização atual da disciplina de Genética Clássica, P2 é responsável por algumas aulas teóricas, pelas aulas práticas de duas turmas e pelo desenvolvimento da PPCC. É a

professora que está há menos tempo ministrando a disciplina e no semestre investigado, acompanhou algumas aulas de P1 e P3.

1.3.1.3 Trajetória acadêmica da professora P3

Assim como P2, a professora P3 é licenciada em CB pela UFRGS. Já no Ensino Médio tinha o desejo de estudar genética e ser professora. No segundo semestre da graduação começou a trabalhar em uma escola mantida por freiras; inicialmente ministrava aulas de Matemática e Física e dois anos depois passou a ser professora de Biologia. Durante esse período da graduação, P3 fez iniciação científica em um projeto na área de genética, no qual as moscas eram objeto de estudo e cursou disciplinas de genética que utilizavam cruzamentos com *Drosophila*.

A escola onde P3 trabalhava tinha laboratórios com ótima infraestrutura e equipamentos, o que possibilitou o uso das drosófilas como recurso didático para suas aulas de Biologia já no Ensino Médio. Quando terminou a graduação, a professora iniciou o mestrado também com estudo de *Drosophila*, e encerrou suas atividades na escola. No segundo ano do mestrado, foi aprovada em um concurso na UFSC e passou a dar aulas de Biologia Celular e Embriologia para diversos cursos, como Educação Física, Psicologia, Pedagogia e Enfermagem. Desejava assumir disciplinas de genética, mas isso só foi possível depois de alguns semestres. Quando começou a ministrar a disciplina de Genética do curso de CB, esta era a única disciplina da área de genética no curso, com grande carga horária e muitos conteúdos. Logo após concluir o mestrado, iniciou o seu doutorado e se afastou de sala de aula. No período em que a professora estava fazendo o doutorado, o curso de CB passou por uma reforma curricular e mais disciplinas de genética foram criadas.

Retornando à UFSC, P3 optou por assumir apenas disciplinas relacionadas à genética para os cursos de CB, e decidiu inserir práticas com *Drosophila* em suas aulas. Até se aposentar, a professora foi responsável pela disciplina de Genética Clássica e manteve os cruzamentos com as moscas como atividade regular. Ainda presta serviços à universidade como professora voluntária e ministra aulas práticas de Genética Clássica em duas turmas.

Quando aluna, a vivência das aulas com drosófilas significou muito, principalmente pela possibilidade que as aulas criavam de relacionar teoria e prática. Para P3, as práticas com as moscas foram decisivas para sua escolha profissional. Na posição de professora, desde

o início, utilizou o organismo modelo como recurso didático para propiciar aos seus estudantes a mesma experiência que teve, estimulando-os no aprendizado de genética.

1.3.2 As aulas práticas com cruzamentos de *Drosophila*

As drosófilas utilizadas nas aulas práticas são obtidas a partir do estoque permanente do Laboratório de Drosofilídeos (BEG-UFSC). Os estoques são mantidos em espaço físico específico, e são cuidados diariamente por um técnico. No laboratório existem linhagens de *D. melanogaster* com e sem mutações, mas nem sempre esses estoques estiveram disponíveis na UFSC. Nesta seção relato como a professora P3 iniciou os estoques utilizados, assim como descrevo os cruzamentos que são realizados atualmente nas aulas.

1.3.2.1 O início dos estoques de *Drosophila* no BEG

As primeiras drosófilas utilizadas em aulas práticas na UFSC foram trazidas na década de 80, pela P3. A professora entrou em contato com a equipe do laboratório da UFRGS, que mantinha estoques, e trouxe amostras. Inicialmente as moscas eram mantidas em uma estrutura simples de estufa. O técnico que ficou responsável por fazer a manutenção dos estoques foi em muitos momentos à universidade, em Porto Alegre, para aprender a fazer o meio de cultura e buscar mais moscas. Sem uma estrutura mínima apropriada e com pouca experiência na manutenção das moscas, muitas vezes tudo era perdido e P3 precisava recomeçar os estoques.

Devido ao contexto da época e à distância entre as universidades, toda ajuda era necessária para que o trabalho continuasse. Certo tempo antes de iniciar os cruzamentos nas aulas práticas, P3 entrava em contato com a equipe do laboratório da UFRGS para que fornecessem mais material. Frequentemente era seu pai, que morava em Porto Alegre, quem buscava as moscas na universidade e as enviava para Florianópolis por motoristas de ônibus interestaduais. Conforme era combinado com o motorista, P3 ia até a rodoviária e pegava as moscas para usar em suas aulas.

Com o passar do tempo foi criada uma estrutura adequada no Laboratório de Drosofilídeos da UFSC. Há uma pequena sala climatizada dentro do laboratório, com prateleiras onde são organizados frascos de vidro, contendo moscas do tipo selvagem e moscas com mutações, que compõem os estoques mantidos até hoje. Atualmente este

laboratório é um dos principais fornecedores de estoques de moscas para universidades do país todo. Na UFRGS, a pessoa responsável por manter os estoques se aposentou e os novos professores perderam o interesse pelas drosófilas, o que acarretou na perda de todo o material.

É interessante mencionar que há poucos anos, um egresso de CB da UFSC foi fazer seu doutorado na UFRGS e, durante seu Estágio de Docência, quis usar as moscas em aulas práticas. Para reiniciar os estoques de lá, entrou em contato com Laboratório de Drosofilídeos da UFSC e solicitou doação de material. Essa possibilidade de troca de materiais e experiências fortalece ainda mais a parceria entre laboratórios, grupos de estudo e professores que utilizam *Drosophila*, seja como organismo de pesquisa ou como recurso didático.

1.3.2.2 Organização atual dos cruzamentos

As aulas práticas com drosófilas realizadas em Genética Clássica são constituídas por cruzamentos entre linhagens puras e contrastantes⁴, cujos genótipos e fenótipos são inicialmente desconhecidos pelos estudantes. A turma é dividida em grupos, de dois ou três integrantes e cada grupo realiza dois cruzamentos. O primeiro cruzamento envolve o estudo de padrões de herança mendeliano e ligado ao sexo. Já o segundo cruzamento contempla situações de interação ou ligação gênica. Assim, cada grupo cruza e acompanha duas gerações parentais que possuem alelos com diferentes padrões de herança. Para cada cruzamento, os estudantes recebem frascos de vidro contendo somente machos e somente fêmeas. O cruzamento é feito por meio da união de machos e fêmeas em um mesmo frasco.

Após haver cópula entre machos e fêmeas que compõem a geração parental, as fêmeas ovipositam dentro do frasco e o técnico do Laboratório de Drosofilídeos transfere esses indivíduos para um novo frasco, dando origem a duas amostras de cada geração filial (F1). Para que os grupos identifiquem qual tipo de herança está presente, nas aulas práticas seguintes, a F1 de cada cruzamento é analisada. Um dos frascos de cada F1 é separado, os indivíduos são anestesiados com éter etílico,

⁴ Entende-se por geração parental pura as linhagens de indivíduos homocigotos para determinada característica, e contrastante por ser composta de fêmeas com característica diferente dos machos. Por exemplo, um cruzamento entre fêmeas com olhos vermelhos (tipo selvagem) e machos de olhos brancos (mutante *white*).

observados sob microscópio estereoscópio e os dados são anotados. O segundo frasco de cada F1 é mantido para que origine a segunda geração filial (F2), que também será analisada nas aulas seguintes. Seis semanas são necessárias para que os dois cruzamentos sejam concluídos. Em um curto período de tempo, os estudantes podem determinar quais os alelos dominantes e recessivos, se o padrão de herança em questão é, ou não, ligado ao sexo e se há algum tipo de interação ou ligação gênica envolvido no padrão de segregação de cada cruzamento.

A linhagem denominada selvagem corresponde ao genótipo e fenótipo encontrados habitualmente na natureza e as linhagens denominadas mutantes possuem características que normalmente diminuem o valor adaptativo das moscas em ambiente natural, como cores de corpo e olhos diferenciadas, número de omatídeos reduzidos, cerdas irregulares, e asas reduzidas ou ausentes. Os cruzamentos realizados nas aulas práticas no primeiro semestre de 2015 estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 – Fenótipos das gerações parentais e proporções fenotípicas da F1 e F2 obtidas dos cruzamentos com *D. melanogaster* para cada tipo de herança.

Nº cruzamento	Parentais	F1	F2	Tipo de herança
1	♀ <i>scarlet</i> X ♂ selvagem	100% selvagem	3 selvagem : 1 <i>scarlet</i>	Monoibridismo com dominância completa
2	♀ <i>sepia</i> X ♂ <i>vestigial</i>	100% selvagem	9 selvagem : 3 <i>sepia</i> : 3 <i>vestigial</i> : 1 <i>sepia/vestigial</i>	Diibridismo com segregação independente
3	♀ <i>ebony</i> X ♂ <i>vestigial</i>	100% selvagem	9 selvagem : 3 <i>vestigial</i> : 3 <i>ebony</i> : 1 <i>vestigial/ebony</i>	Diibridismo com segregação independente
4	♀ <i>bar</i> X ♂ selvagem	1 ♀ reniforme: 1 ♂ <i>bar</i>	1 ♀ <i>bar</i> : 1 ♀ reni : 1 ♂ selvagem : 1 ♂ <i>bar</i>	Gene ligado ao sexo com dominância incompleta
5	♀ selvagem X ♂ <i>bar</i>	1 ♀ reniforme: 1 ♂ selvagem	1 ♀ selvagem : 1 ♀ reniforme: 1 ♂ selvagem : 1 ♂ <i>bar</i>	Gene ligado ao sexo com dominância incompleta

6	♀ <i>yellow</i> X ♂selvagem	1♀selvagem : 1♂ <i>yellow</i>	1♀selvagem : 1♀ <i>yellow</i> : 1♂selvagem : 1♂ <i>yellow</i>	Gene ligado ao sexo
7	♀selvagem X ♂ <i>yellow</i>	100% selvagem	2♀selvagem : 1♂selvagem : 1♂ <i>yellow</i>	Gene ligado ao sexo
8	♀ <i>white</i> X ♂selvagem	1♀selvagem : 1♂ <i>white</i>	1♀selvagem : 1♀ <i>white</i> : 1♂selvagem : 1♂ <i>white</i>	Gene ligado ao sexo
9	♀selvagem X ♂ <i>white</i>	100% selvagem	2♀selvagem : 1♂selvagem : 1♂ <i>white</i>	Gene ligado ao sexo
10	♀ <i>scarlet/br own</i> X ♂selvagem	100% selvagem	9 selvagem : 3 <i>scarlet</i> : 3 <i>brown</i> : 1 <i>white</i>	Interação gênica
11	♀ <i>sépia</i> X ♂ <i>ebony</i>	100% selvagem	1 selvagem : 1 <i>ebony</i> : 1 <i>sépia</i>	Ligação gênica
12	♀selvagem X ♂ <i>ebony/sé pia</i>	100% selvagem	1 selvagem : 1 <i>ebony/sépia</i> : 1 <i>ebony</i> : 1 <i>sépia</i>	Ligação gênica

Fonte: A autora (2017).

O plano de ensino da disciplina foi elaborado para que os conteúdos das aulas teóricas e práticas sigam a mesma sequência. Isto permite que as aulas sejam ministradas de forma que os conceitos abordados em sala estejam em sincronia com as discussões das aulas práticas em laboratório. Quando concluída a observação de cada F2, os dados obtidos são analisados junto com as professoras e os estudantes produzem um relatório para cada cruzamento.

Cada relatório deve mostrar os resultados encontrados e propor uma hipótese genética capaz de responder qual tipo de herança está envolvido nos cruzamentos realizados. Antes da elaboração dos relatórios os estudantes recebem orientações de como este trabalho escrito deve ser feito. Os professores explicam durante as aulas, tirando dúvidas, e disponibilizam um arquivo digital denominado “Orientações para elaboração dos Relatórios” (Anexo B). Nas orientações está

descrito cada item que os relatórios devem conter, assim como exemplos e o valor numérico de cada um na nota final dos relatórios. A correção é feita pelos professores e os relatórios são devolvidos aos estudantes.

A disciplina contempla atividades que diversificam as aulas e auxiliam no processo de ensino e aprendizagem de várias formas. Este estudo se dedica especificamente às práticas com *Drosophila* e sua potencial contribuição para a aprendizagem significativa dos conteúdos. A teoria da aprendizagem significativa direcionou os olhares para os aspectos aqui discutidos, por ser voltada ao contexto de sala de aula, considerando a história dos estudantes e suas peculiaridades. Dedicase ao papel fundamental dos docentes e aponta questões relevantes para a proposição e mediação de situações de ensino. O capítulo seguinte apresenta os principais elementos da teoria da aprendizagem significativa e a sua relação com a formação de sujeitos críticos.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A FORMAÇÃO CRÍTICA

Os conteúdos desenvolvidos em sala de aula têm como objetivo principal a aprendizagem dos estudantes. Neste estudo a aprendizagem é discutida pelo viés conceitual da aprendizagem significativa, foco da teoria da aprendizagem do psicólogo educacional David Paul Ausubel (1918-2008). O capítulo apresenta os fundamentos da teoria (2.1) e também os princípios propostos pelo professor Marco Antônio Moreira (2.2), para que se some à teoria, o desenvolvimento da criticidade dos estudantes.

2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A teoria que Ausubel apresentou na década de 60, destaca como ponto mais importante para a aprendizagem os conhecimentos prévios dos estudantes, ou seja, o que eles já sabem. A aprendizagem significativa acontece a partir da interação da nova informação com um conhecimento relevante já existente. Esse conhecimento prévio específico é chamado por Ausubel de subsunçor e serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos, servindo de *ponto de ancoragem*. O subsunçor é um conhecimento específico, que pode estar na estrutura cognitiva do indivíduo de diferentes formas, “um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem” (MOREIRA, 2011, p. 14). O novo conhecimento ganha significado na medida em que se relaciona com subsunçores.

Na aprendizagem mecânica ocorre pouca ou nenhuma interação entre o conteúdo a ser ensinado e os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do estudante. Assim, a nova informação é armazenada de forma arbitrária e literal, ficando distribuída na estrutura cognitiva sem se relacionar a conceitos subsunçores específicos e sem que haja aquisição⁵ de significados.

Aprendizagem significativa é aprendizagem com significado, compreensão, sentido, capacidade de transferência; oposta à aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem

⁵ Os materiais que tratam da aprendizagem significativa utilizam o termo *aquisição*, de significados ou de novos conhecimentos, no sentido de *produzir* significados ou *integrar* novos conhecimentos à estrutura cognitiva.

entendimento; dependente essencialmente do conhecimento prévio do aprendiz, da relevância do novo conhecimento e de sua predisposição para aprender (MOREIRA, 2010, p. 6).

A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na possibilidade de se relacionar o conteúdo à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva *versus* arbitrária e literal. Esses dois tipos de aprendizagem não são opostos, e sim formam um contínuo, onde a transformação é gradual. Isso não quer dizer que o estudante aprende inicialmente de forma mecânica e no fim do processo a aprendizagem será significativa. A aprendizagem é um processo e qualitativamente não se pode colocar a aprendizagem significativa e a mecânica em pólos opostos, elas podem ocorrer juntas em uma mesma atividade. Existem tipos intermediários de aprendizagem, como aprendizagem representacional ou aprendizagem de nomes de objetos, eventos e conceitos (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). A aprendizagem significativa não ocorre de forma natural, ela é progressiva, com rupturas e continuidades. Uma boa explicação ou um estudante dedicado não é o suficiente, existem outras condições para que esse processo ocorra.

A não arbitrariedade ocorre quando o estudante relaciona a nova informação com conhecimentos específicos, que são relevantes, e não com qualquer conhecimento. Já a substantividade se refere diretamente aos conhecimentos que são incorporados à estrutura cognitiva do estudante. A substância do novo conhecimento, das novas ideias, não é composta por palavras que o definem e sim por conceitos. Cabe salientar que o mesmo conceito pode ser expresso de diferentes maneiras, através do uso de signos equivalentes, na fala ou na escrita, que trazem o mesmo significado. Para haver uma aprendizagem significativa, o conceito não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular. Um conceito aprendido não pode estar vinculado a uma única forma de fala ou escrita. Moreira e Masini (2011) trazem a aprendizagem de sílabas sem sentido e a memorização de fórmulas, como exemplos típicos de aprendizagem mecânica.

A essência do processo de aprendizagem significativa está no relacionamento, não arbitrário e substantivo, entre os novos conhecimentos trazidos pelo professor e os conhecimentos relevantes que o estudante já possui. Cabe destacar que os subsunçores não são estáticos, podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva, podem ser mais ou menos elaborados em termos de significados. O conhecimento prévio, que ancora o novo, também é afetado, podendo se modificar e

adquirir novos significados (MOREIRA, 1997, 2012), assim, um conceito já existente pode ser reformulado ou adquirir maior estabilidade.

Nem sempre o estudante possui conhecimentos prévios relevantes que possam se relacionar aos novos conhecimentos, porém o professor pode utilizar organizadores prévios a fim de facilitar a aprendizagem. Os organizadores prévios são materiais apresentados antes do material de aprendizagem, para introduzir os conteúdos de forma mais abstrata e geral. Esses organizadores normalmente são introduzidos antes do próprio material de aprendizagem, com o intuito de ajudar o estudante a reconhecer quais elementos dos novos materiais podem ser significativamente aprendidos, relacionando-os com aspectos existentes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). É importante que os organizadores sejam apresentados em um nível de abstração, generalidade e inclusividade maiores do que o novo material a ser aprendido. Assim, se pode oferecer ideias de ancoragem em nível superordenado para estudantes com estruturas cognitivas diversas.

As razões apresentadas por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) para o uso de organizadores são resumidas em três questões principais. Primeiro está a importância de o estudante ter ideias estabelecidas relevantes e apropriadas já disponíveis, para potencialmente tornar significativas as novas e incorporá-las de forma estável à sua estrutura cognitiva. Em segundo lugar, os autores reforçam as vantagens de se usar ideias mais gerais e inclusivas da disciplina a ser trabalhada. Por fim está o fato de se permitir aos próprios estudantes que tentem identificar um conteúdo relevante já existente e indiquem explicitamente a relevância desse conteúdo e sua relação com o novo material.

Resumidamente, “a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 144). Os organizadores funcionam como pontes cognitivas, e utilizá-los pode ser uma forma de o professor facilitar o processo de construção dessas pontes por parte dos estudantes mesmo quando não existem conhecimentos prévios relevantes que sirvam de subsunçores para os novos conhecimentos propostos.

Além da existência de subsunçores, a aprendizagem significativa depende de outros dois fatores essenciais e condicionantes. A primeira condição é que o novo conhecimento deve ser potencialmente significativo, Isso implica que o material de

aprendizagem tenha significado lógico, podendo ser relacionado à estrutura cognitiva apropriada e relevante. Além disso, o estudante deve ter subsunções para se relacionarem a esse novo material. De nada adianta o professor propor uma atividade bem elaborada, se os estudantes não possuem conhecimentos que podem se relacionar especificamente com o novo conteúdo. Moreira (2011, p. 25, grifo do autor) enfatiza “que o material só pode ser *potencialmente significativo*, não *significativo*: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais”. Os significados que os estudantes atribuem aos materiais de aprendizagem nem sempre são os aceitos no contexto da disciplina. Para que os significados produzidos sejam os pretendidos pelo professor, deve haver uma constante e longa negociação de significados. É imprescindível a mediação do professor no processo de aprendizagem, planejando e propondo situações de ensino que levem em conta o contexto do estudante e o uso social do objeto de estudo.

A segunda condição se refere à predisposição do estudante para aprender. Talvez seja a condição mais difícil de ser mantida, já que não basta o estudante estar motivado ou gostar da disciplina. É preciso que cada indivíduo que aprende esteja disposto a estabelecer relações entre os novos conhecimentos e sua própria estrutura cognitiva, gerando mudanças e novos significados. Moreira (2011, p. 26) destaca que o estudante pode estar disposto a aprender e “não ter conhecimentos prévios adequados, ou o material didático não ter significado lógico”. Daí a importância de se buscar atender às “duas condições para aprendizagem significativa: material *potencialmente significativo* (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e *predisposição para aprender*” (Moreira, 2011, p. 26, grifo do autor).

Outra questão importante é a relação entre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta. Na aprendizagem receptiva, todo o conteúdo que vai aprendido é apresentado ao estudante em sua forma final (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). O estudante precisa internalizar as informações de forma que fiquem acessíveis ou reproduzíveis futuramente. Mas o fato de o estudante receber informações ou conhecimentos não implica que haja passividade no processo, nem que a aprendizagem seja sempre mecânica. Aprender receptivamente significa que o estudante não precisa descobrir para aprender (Moreira, 2011). Durante o processo de internalização, o material potencialmente significativo pode ser compreendido ou ganhar significado. Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 23) salientam que

muitas vezes há confusão a respeito dessas duas aprendizagens, acreditando-se “que a aprendizagem receptiva é invariavelmente automática e que a aprendizagem por descoberta é inerente e necessariamente significativa”. Os autores destacam ainda que cada tipo de aprendizagem (mecânica *versus* significativa e receptiva *versus* descoberta) constitui uma dimensão independente.

Grande parte da aprendizagem em sala de aula é receptiva, enquanto os problemas cotidianos são solucionados por descoberta. Mas Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 21) enfatizam que os conhecimentos adquiridos por recepção também são usados na solução dos problemas diários e a aprendizagem por descoberta acontece em sala de aula “tanto para aplicar, ampliar, clarificar, integrar e avaliar matérias, como para testar a compreensão”. Tratando de situações experimentais, os autores afirmam que a aprendizagem por descoberta fornece “insight” ao método científico e leva à redescoberta de proposições conhecidas, sendo um meio eficiente de ensino de uma disciplina. Moreira (2011) enfatiza que do ponto de vista didático, a aprendizagem por descoberta pode ser motivadora, ou mais adequada para facilitar aprendizagens de procedimentos científicos, por exemplo.

O processo psicológico que ocorre na aprendizagem significativa por descoberta é mais complexo do que na aprendizagem significativa receptiva, pois envolve a solução de um problema antes que o objeto de estudo ganhe significado. Nesse caso, o estudante deve dar origem a um produto final, ou descobrir uma relação perdida entre meio e fim através da reorganização de informações. O estudante precisa em primeiro lugar descobrir o conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos (AUSUBEL, 2000). Porém, a aprendizagem significativa receptiva demanda maturidade intelectual e muita atividade cognitiva, para relacionar os novos conhecimentos com os já existentes. Aprender conceitos e generalizações significativamente é possível sem que o estudante tenha experiência prévia de solução de problema ou precise descobrir princípios de forma independente (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Durante o desenvolvimento do indivíduo, os tipos de aprendizagem acontecem mais ou menos, de acordo com o progresso intelectual. Sob a perspectiva cognitivista, exceto em crianças muito pequenas, a aprendizagem ocorre basicamente por recepção e interação dos conhecimentos novos com os já existentes.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

A teoria de Ausubel foi proposta há mais de cinquenta anos, mas a aprendizagem significativa é um conceito atual que pode ser analisado por diferentes perspectivas. Moreira (2006, 2010) propõe que, além de construir significados, a aprendizagem precisa ser crítica. Para o autor, o foco do processo educativo deve estar na *aprendizagem significativa crítica*, definida como aquela que permitirá ao sujeito:

fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas (MOREIRA, 2010, p. 20).

Considerando a amplitude deste conceito, o autor delimita onze princípios, que são também chamados de ideias ou estratégias, facilitadores da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2006; 2010). Esses princípios foram propostos com o intuito de auxiliar diretamente à prática do professor, objetivam a implementação em sala de aula, sendo subversivos em relação ao que normalmente acontece.

1. *Princípio do conhecimento prévio* (Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos). Os conceitos são aprendidos quando os significados são captados e internalizados a partir de sua relação com conhecimentos prévios. A aquisição significativa de novos conhecimentos depende principalmente da influência desses conhecimentos.

2. *Princípio da interação social e do questionamento*. (Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas). Por meio da interação social entre professor e estudante os significados são compartilhados e negociados. A negociação deve ocorrer através da troca de perguntas ao invés de respostas. Quando uma pergunta é bem formulada, ou seja, é relevante, apropriada e substantiva, o conhecimento prévio é utilizado de maneira não arbitrária e não literal.

Isto não exige que o professor abandone os momentos explicativos, pois esses são fundamentais, mas o que deve permanecer é a curiosidade não ingênua, que busque aproximação com o objeto a ser conhecido.

3. *Princípio da não centralidade do livro de texto.* (Aprender a partir de distintos materiais educativos). A utilização de materiais diferentes do livro didático facilita a aprendizagem por trazer ao estudante o conhecimento humano descompactado, que pode ser questionado e compreendido de diferentes formas. O livro didático por outro lado é compactado, como se todo conhecimento estivesse em pacotes de verdades prontos para serem absorvidos. Este princípio não defende o abandono do livro didático, mas seu uso em sala de forma crítica e planejada.

4. *Princípio do aprendiz como perceptor/representador.* (Aprender que somos perceptores e representantes do mundo). O estudante percebe o mundo e o representa. As informações que são recebidas estão sendo percebidas e, a partir dessas e de percepções anteriores, uma representação é formada. Em sala de aula, cada estudante possui percepções prévias únicas, possibilitando representações distintas de um mesmo objeto de ensino. O professor, por sua vez, ensina a partir de suas próprias percepções. Para que haja comunicação, os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem devem buscar uma percepção semelhante do objeto de ensino. Assim a importância da interação pessoal e do questionamento é novamente afirmada.

5. *Princípio do conhecimento como linguagem.* (Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade). Os conhecimentos possuem linguagens próprias e para compreendê-los é necessário conhecer essas linguagens. Cada disciplina possui um modo distinto de ver o mundo, os conhecimentos nela produzidos são relacionados a símbolos que os codificam. Para ensinar uma matéria escolar o professor ensina uma linguagem e por consequência um modo de ver o mundo. Aprender uma nova linguagem significa negociar significados que estão além das palavras, de forma não arbitrária e substantiva, tendo como facilitador a interação social e o questionamento.

6. *Princípio da consciência semântica.* (Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras). Por ser um princípio abstrato, pode ser tratado a partir de significados. No processo de ensino e aprendizagem significados são compartilhados entre professor e estudante. Significados estes que, primeiramente, se relacionam de maneira não arbitrária e substantiva aos significados prévios de cada

sujeito, para então constituírem um objeto aprendido a ser compartilhado. Os significados que as palavras possuem foram atribuídos a elas pelas pessoas e não são o objeto de fato, apenas o representam. Deve-se considerar também que existem palavras mais abstratas e gerais e outras mais concretas e específicas e que seus significados são dinâmicos ao longo do tempo. O estudante que possui consciência semântica durante a aprendizagem amplia suas possibilidades de escolha e abandona a dicotomia engessada do certo ou errado.

7. *Princípio da aprendizagem pelo erro.* (Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros). Não existem verdades absolutas e conhecimentos permanentes e assim, convivemos com o erro. A partir da superação dos erros há aprendizagem. Mesmo em modelos mentais, a autocorreção possibilita que o sujeito obtenha um modelo funcional, satisfatório e não definitivo. Valorizar apenas os acertos dá ao estudante a ideia de que o conhecimento atual é a verdade, enquanto ele é apenas provisório e pode ser considerado errado. Valorizar o erro é reconhecer a historicidade de nosso conhecimento. O erro deve ser criticado, mas aceito para que haja avanço.

8. *Princípio da desaprendizagem.* (Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência). A desaprendizagem envolve dois pontos importantes de compreensão. Algumas vezes o conhecimento prévio impede que um novo conhecimento ganhe significado, assim a desaprendizagem é necessária. Desaprender, nesse caso, não se refere a esquecer de ou eliminar algum conhecimento, e sim deixá-lo de lado e não utilizá-lo como subsunçor. Isto porque não é possível relacioná-lo ao novo conhecimento e acaba impedindo um novo aprendizado. Além disso, aprender em um meio que está em constante mudança exige que o sujeito faça seleção de conceitos e estratégias que são relevantes ou não. Assim, desaprender seria um esquecimento seletivo.

9. *Princípio da incerteza do conhecimento.* (Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar). Este princípio está relacionado a todos os demais que tratam da linguagem. O estudante deve ser capaz de perceber que as definições, perguntas e metáforas são elementos da linguagem criados para explicar o mundo. De acordo com as perguntas que é capaz de formular, o sujeito percebe o mundo, pois a composição da pergunta determina a natureza da resposta. As definições devem ser vistas como instrumentos para pensar no contexto em que estão inseridas e exprimem conhecimentos incertos, que funcionam bem

apenas para a finalidade com a qual foram elaboradas. As metáforas também são instrumentos para pensar, são como um ornamento que facilita a percepção. Os modelos são metáforas que, quando entendidos, ajudam no entendimento de determinado campo de conhecimento. É importante que o estudante saiba distinguir uma metáfora e entenda que o conhecimento é incerto e depende da metáfora utilizada. Vale salientar que a incerteza do conhecimento não pressupõe a indiferença do conhecimento, onde tudo vale, e sim é construção humana, dependendo da forma com a qual foi construído e pode estar errado.

10. *Princípio da não utilização do quadro-de-giz.* (Aprender a partir de distintas estratégias de ensino). Complementando o terceiro princípio, o quadro simboliza a aprendizagem mecânica. Eliminar o quadro não resolveria o problema, uma vez que o problema não está no objeto em si, mas na forma como é utilizado. O quadro é apenas um veículo transmissor no qual o professor escreve verdades que devem ser passivamente aprendidas. Não utilizar o quadro é recorrer a estratégias de ensino variadas que configurem atividades colaborativas, nas quais os estudantes participam ativamente e o professor faz mediação.

11. *Princípio do abandono da narrativa.* (Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão). Este princípio complementa os outros por valorizar a fala do estudante. No modelo clássico de ensino o bom professor pode utilizar estratégias distintas, mas todas são baseadas na narrativa. A aprendizagem de informações ocorre em curto prazo, pois seu objetivo é repetir a narrativa do professor, dando a resposta certa na prova. Uma aprendizagem de longa duração, para a vida, ocorre quando o professor utiliza uma estratégia de ensino na qual ele fala menos, e o estudante fala mais, participando criticamente de sua aprendizagem. Apenas repetir o que alguém narrou não produz significados. A apresentação do produto de suas atividades, de forma ativa entre os estudantes, ensina-os a interpretar e negociar significados, e a fazer e receber críticas, resultando em uma aprendizagem relevante e duradoura.

Estes princípios contemplam diversos fatores importantes envolvidos no ensino e na aprendizagem, que devem ser considerados pelos professores no planejamento e proposição de atividades. Porém, não devem ser transformados em um manual, são orientadores da prática docente. Na interação social que caracteriza o ensino, o professor é o participante que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos do currículo e procura fazer com que o estudante também venha a compartilhá-los (MOREIRA, 1997). Nem todos os princípios apresentados podem ser contemplados em uma única

atividade, mesmo porque os processos cognitivos não podem ser observados pelo professor. O autor destaca que além da aquisição de novos conhecimentos de forma significativa, “é preciso adquiri-los criticamente” (MOREIRA, 2011, p. 173). Pensando na atualidade, o autor afirma que além de viver na sociedade e se integrar a ela, é necessário ser crítico dela, podendo se distanciar dela e de seus conhecimentos.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo apresento as etapas que constituíram a pesquisa no que diz respeito à metodologia. Inicialmente descrevo a revisão da bibliografia relacionada ao tema da pesquisa (3.1). Na sequência, trago alguns aspectos importantes da pesquisa qualitativa relacionados à presente investigação (3.2). Finalizando o capítulo, na última seção são explicitados os instrumentos e procedimentos para coleta de dados que foram utilizados (3.3).

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o intuito de conhecer o contexto no qual a pesquisa está inserida, realizei a revisão da bibliografia *on line* disponível até o ano de 2016. Pesquisei em periódicos das áreas de Educação e Ensino de Ciências que poderiam conter trabalhos relacionados à experimentação no ensino de ciências, biologia e genética, uso de *Drosophila* no ensino, ensino de genética e aprendizagem significativa. Tendo em vista a grande quantidade de periódicos existentes, apenas foram consultados aqueles que ocupavam os estratos Qualis Capes A1, A2, B1 e B2 a partir dos dados do sistema webqualis da Capes⁶

Foram revisadas 12 revistas da área de Ensino de Ciências disponíveis em endereço eletrônico, que tratam de temas relacionados ao presente estudo. A partir da leitura dos títulos contidos nos sumários, encontrei 86 artigos que possivelmente teriam relação com a pesquisa, classificados como “artigos de interesse”. A partir da leitura dos resumos de todos os artigos de interesse, identifiquei 35 artigos que tratavam de temas diretamente relacionados a este estudo, sendo classificados como “artigos importantes”, que foram lidos na íntegra e organizados em fichas de leitura. A distribuição dos artigos encontrados e o período revisado de cada revista encontram-se no Quadro 3.

⁶ A busca por periódicos foi realizada em 2014, quando o sistema WebQualis ainda estava disponível. Atualmente a avaliação Qualis dos periódicos pode ser acessada na plataforma Sucupira: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>.

Quadro 3 - Artigos encontrados por revista nos períodos revisados.

Periódicos revisados	Qualis Capes Ensino	Período revisado¹	Artigos de interesse	Artigos importantes
Alexandria	B1	2008 - 2016	2	1
Aprendizagem Significativa em Revista	B3 ²	2011 - 2015	7	1
Ciência & Educação	A1	1998 - 2016	16	4
Ciência & Ensino	B1	1996 - 2008 + 2014 - 2015	1	1
Ciências & Cognição	B2	2004 - 2016	7	5
Ensaio	A2	1999 - 2015	9	6
Enseñanza de las Ciencias	A1	2002 - 2016	8	4
Experiências em Ensino de Ciências	B1	2006 - 2016	5	4
Genética na Escola	B1	2006 - 2016	17	5
Investigações em Ensino de Ciências	A2	1996 - 2016	4	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	2001 - 2016	7	4
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	1999-2016	3	0
Total			86	35

¹Algumas revistas não disponibilizam todo o seu conteúdo no endereço eletrônico. Foram revisados apenas os volumes e números disponíveis *online*.

²Apesar de não ocupar o estrato Qualis selecionado, a revista possui temática diretamente relacionada com a pesquisa.

Fonte: A autora (2017).

Por se tratar de uma área muito abrangente, a revisão dos trabalhos da área da Educação foi realizada por meio de busca nas bases de dados do Portal de Periódicos da CAPES e Scielo. As combinações de palavras chave utilizadas para a busca foram: ensino aprendizagem + genética, *Drosophila* / drosófila + ensino, experimentos / aula prática + Ciências / Biologia, ensino aprendizagem + Ciências / Biologia, e aprendizagem significativa + Ciências / Biologia. Foram encontrados nove trabalhos que possivelmente teriam relação com a pesquisa.

O artigo de Moreira e Ostermann (1993) é dirigido aos professores de Ciências com o objetivo de mostrar que o método científico não é apenas uma sequência rígida, que inicia com a observação e finaliza em uma conclusão ou descoberta. Os autores discutem especificamente o uso equivocado do método científico no ensino de Ciências na Educação Básica. Com base na abordagem sócio-interacionista de Vygotsky e no conceito de aprendizagem significativa de Ausubel, o artigo de Soato e Júnior (2009) buscou avaliar como a atuação do professor em sala de aula pode contribuir para a elaboração social do conhecimento científico. O trabalho foi desenvolvido na Educação Básica a partir de experimentos com feijão para trabalhar o conteúdo de fototropismo. O foco do trabalho está na valorização das falas dos estudantes no processo de construção do conhecimento e de busca da aprendizagem significativa.

No Ensino Médio, o artigo de Braga, Ferreira e Gastal (2009) discute as dificuldades dos estudantes na aprendizagem do conteúdo de divisão celular e de seus pré-requisitos. As autoras avaliaram a aplicação de uma unidade de ensino baseada no uso de modelos para o ensino dos processos de divisão celular, sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. O trabalho desenvolvido buscou facilitar a compreensão de conceitos abstratos contidos especificamente nos conteúdos de divisão celular.

Sepúlveda, El-Hani e Reis (2009) analisaram os resultados da aplicação de uma sequência didática para o ensino de evolução por seleção natural, desenvolvida e avaliada sob uma perspectiva sócio histórica da aprendizagem, com base nas ideias de Vygotsky e Bakhtin. Com a análise dos resultados, os autores sugerem algumas diretrizes para o ensino de evolução por seleção natural nesse nível de ensino.

Tratando especificamente do uso de drosofilídeos, o artigo de Rocha *et al.* (2013) traz a *Drosophila* como modelo de ensino para complementar as aulas com debates de atualidades científicas acerca do organismo. Os autores fizeram um breve histórico do uso das moscas no ensino e na pesquisa e reuniram trabalhos que sugerem possíveis usos da

Drosophila na educação básica. Neste trabalho as drosófilas são um objeto de estudo que pode suscitar discussões que envolvem conteúdos de Ciências no Ensino Fundamental e Médio.

Sobre o uso de atividades em laboratório, Alves (2002) trata da experimentação no ensino utilizando a Transposição Didática como instrumento. O artigo tem como foco o professor da educação básica e analisa o papel do laboratório didático sob a ótica construtivista. Para o autor a experimentação, que é objeto e instrumento do trabalho investigativo do cientista, é convertida em objeto a ensinar, e faz do laboratório didático um espaço de ensino. O trabalho de Camillo e Mattos (2010) propõe a análise de atividades experimentais como ferramentas de ensino e aprendizagem de Física, com base na teoria da atividade. Os autores buscaram relacionar o uso de atividades experimentais e a aprendizagem, evidenciando problemas que têm sido associados à realização de atividades experimentais, sob a perspectiva cultural-histórica.

Dois dos trabalhos selecionados são dissertações de mestrado. Giani (2010) teve como objetivo central demonstrar que é possível usar protocolos experimentais, classificados em níveis um e dois na escala de Herron, em aulas de Ciências na educação básica. A autora desenvolveu atividades experimentais no sétimo ano do Ensino Fundamental, com o intuito de promover a aprendizagem significativa dos conteúdos sobre classificação dos seres vivos e sistemas do corpo humano. Duas sequências de atividades são propostas para abordar os conteúdos e avaliar a aprendizagem dos estudantes. Somente um dos trabalhos selecionado a partir desta base de dados, trata do ensino no nível superior. Sato (2011) investigou o uso do laboratório didático para o ensino de Química em curso de graduação, com uma perspectiva de formação mais abrangente, formando profissionais que além de atender as necessidades do mercado, sejam conscientes das relações existentes entre sua área de atuação e a comunidade no âmbito cultural, social e político. O autor buscou avaliar a contribuição das disciplinas experimentais para a aprendizagem significativa de alunos do curso de bacharelado em Química de uma universidade pública. Foram analisados seis diferentes laboratórios, do primeiro ao terceiro ano do curso, e de acordo com as análises feitas, nenhum deles apresentou experimentos de alto caráter investigativo.

Duas dissertações e duas teses relacionadas ao tema deste estudo foram encontradas por meio de busca no Banco de Teses e Dissertações da Capes (<http://bancodeteses.capes.gov.br/>) e no sistema Pergamum da UFSC (<https://pergamum.ufsc.br/>). As duas últimas bases

de dados mencionadas foram pesquisadas separadamente devido ao fato de que, durante a busca por um trabalho específico, percebi que, possivelmente, continham teses e dissertações ainda não disponibilizados nas demais bases pesquisadas.

A pesquisa de Neves (2012) foi desenvolvida a partir do uso de atividades experimentais para o ensino de Ciências na educação básica. A autora analisou como os coordenadores de laboratório de Ciências, da rede municipal de ensino de Florianópolis, contribuem para a promoção de atividades experimentais, de forma a propiciar a efetivação destas atividades no currículo e a aprendizagem discente. A partir de entrevistas semiestruturadas com coordenadores de laboratório de Ciências a autora identificou que as condições de trabalho dos coordenadores dos laboratórios de Ciências precisam ser revistas e discutidas entre as escolas, e inserir laboratórios e coordenadores aproxima os experimentos do ensino. Os resultados indicaram que há necessidade de formação inicial e continuada do professor para a construção de um ensino de Ciências harmônico.

Monte Sião (2013) desenvolveu sua pesquisa a partir da investigação do episódio histórico do grupo que institucionalizou a genética de populações com drosófilas no Brasil, a partir de 1943. O autor realizou entrevistas com cinco docentes do atual Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da USP, que tiveram contato direto ou indireto com os pesquisadores que atuaram no grupo, entre os anos de 1940 e 1950. A metodologia utilizada foi a da História Oral, na qual as entrevistas dão origem a um material público que serve de subsídio para a elaboração da narrativa histórica da pesquisa. Os dados analisados pelo autor contribuem diretamente para a compreensão do contexto do presente trabalho, já que ajuda a entender como se deu o início dos estudos com *Drosophila* no país e, assim, como o organismo modelo na pesquisa passou a ser utilizado no ensino.

Sobre o laboratório didático de Física, Alves (2000) discute sobre experiência e experimentação como instrumento historicamente construído para a produção do conhecimento científico, buscando determinar o papel de cada uma delas no ensino de Física. A Transposição Didática foi utilizada como instrumento de análise. Com uma concepção epistemológica construtivista para o ensino de Física, o autor propõe a atividade experimental como um novo instrumento de ensino, para mediar o diálogo construtivista entre professor, estudante e conhecimento científico. Categorias de atividades experimentais foram elaboradas, sem caráter prescritivo.

Já Gonçalves (2009) aborda a experimentação como conteúdo

nos processos de desenvolvimento profissional dos formadores e de formação inicial de professores de Ciências Naturais, com enfoque na Química. O autor analisou 102 artigos com propostas de experimentos para o ensino superior de Química, publicados em um periódico nacional. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores e a análise partiu do referencial freireano de educação. As análises indicaram a existência de contradições relativas à experimentação no discurso dos docentes de Química da educação superior, trazendo a ideia da experimentação como origem do conhecimento e como modo de comprovar um conhecimento previamente estabelecido. A partir do estudo são sugeridas possibilidades para promover o movimento da consciência real à consciência máxima possível, dos formadores e dos professores de Ciências Naturais em formação inicial, em torno da experimentação como conteúdo formativo.

Outros trabalhos que compõem a base teórica desta pesquisa foram obtidos a partir de sugestões de outros pesquisadores e referências de trabalhos lidos. A partir dos temas abordados nos trabalhos selecionados, fica evidenciada a necessidade de pesquisas que tratem de aspectos do ensino e da aprendizagem de conteúdos de genética no ensino superior. A presente pesquisa visa contribuir com as discussões acerca do ensino de genética no nível superior, a partir do uso de um recurso didático específico, que pode ser relacionada a outras situações de ensino e aprendizagem que tenham objetivos próximos.

3.2 ASPECTOS DA PESQUISA QUALITATIVA

A presente pesquisa é essencialmente qualitativa, e como tal, está inserida em um universo de particularidades, no que diz respeito ao contexto no qual as aulas práticas acontecem, aos sujeitos envolvidos e aos objetivos da própria pesquisa. Realizar este tipo de pesquisa é tratar de uma realidade que não pode ser quantificada, pois corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos (MINAYO, 2001) que estão presentes nas aulas de genética e se estabelecem a partir das concepções docentes e discentes. Caracterizar a pesquisa qualitativa não se trata de selecionar objetivamente um tipo de pesquisa conhecido e seguir seus padrões. Os autores que abordam a pesquisa qualitativa deixam claro que há muitas formas de classificá-la, entretanto essas classificações não são rígidas (MINAYO, 2001; LÜDKE e ANDRÉ, 2005; GIL, 2008, 2010).

3.3 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Para entender as relações existentes entre professoras, estudantes e conteúdo, considerando a dimensão da pesquisa, foram utilizados três tipos de instrumento para a coleta dos dados: observação direta (3.3.1); entrevista semiestruturada (3.3.2); e análise documental (3.3.3).

3.3.1 Observação direta

A observação direta foi escolhida como técnica de coleta de dados por permitir grande aproximação entre a pesquisadora e o cotidiano da disciplina. Essa aproximação permitiu que os fatos fossem percebidos diretamente, sem intermediação, reduzindo a subjetividade que permeia o processo de investigação social (GIL, 2008). Em um contato inicial, no qual fiz a apresentação geral da pesquisa, as professoras concordaram com minha presença nas aulas teóricas e práticas. Como já dito, as aulas teóricas e práticas de Genética Clássica estão organizadas de forma complementar, ou seja, o conteúdo envolvido nas atividades práticas é trabalhado anteriormente nas aulas teóricas. Observar apenas as aulas práticas, que são o foco desta pesquisa, possivelmente não forneceria dados suficientes para caracterizar a interferência dos experimentos no processo de aprendizagem.

Estive presente em todas as aulas teóricas e nas práticas das turmas A e C, já que havia sobreposição de horários no período vespertino (turmas B e C). As turmas escolhidas tinham professoras diferentes e possivelmente me forneceriam uma variedade maior de dados. Durante as observações, a estratégia escolhida foi a que Poupard *et al.* (2012, p. 263) denominam “estratégia de abertura, segundo a qual a identidade do pesquisador é claramente estabelecida no processo de observação”. Assim, na primeira aula teórica do semestre, apresentei-me para turma e expliquei minimamente do que tratava a pesquisa e quais minhas intenções com as observações. Em todas as aulas busquei me posicionar em um lugar de onde todo o ambiente, de sala ou o laboratório, pudesse ser visto e ouvido.

Foi preciso conhecer o contexto da disciplina para distinguir sobreposições e limites da teoria e da prática. Acompanhar toda a disciplina também me deixou mais próxima das compreensões que as professoras e os estudantes possuem das aulas. As falas e atitudes presenciadas indicaram concepções, expectativas, intenções, habilidades

e limitações que somente se manifestam de forma espontânea dentro do contexto da sala de aula. Lüdke e André (2005) salientam que para a observação se tornar um instrumento válido, precisa ser controlada e sistemática, exigindo planejamento do trabalho e preparação do observador. As observações foram registradas em um roteiro (Apêndice A) composto por categorias que organizaram os registros, facilitando a coleta dos dados e a posterior análise. A partir da minha vivência como aluna da disciplina, listei elementos de interesse e as categorias do roteiro de observação foram construídas antes do trabalho de campo, assim incluem conceitos gerais, com o intuito de agrupar esses elementos, ideias ou expressões em torno de um conceito capaz de abranger tudo isso, como sugerido por Gomes (2001). Os roteiros de observação preenchidos não estão disponíveis por conterem dados confidenciais. As informações pertinentes a este estudo aparecem ao longo do texto, no capítulo 4.

3.3.2 Análise documental

Alguns documentos foram importantes fontes de dados para o presente estudo. Lüdke e André (1986) destacam que os documentos são uma fonte de dados estável e rica, além de fornecerem informações do próprio contexto no qual surgem. Para as autoras, as vantagens do uso da análise documental são evidenciadas em situações como o presente estudo, onde se pretende validar informações obtidas por outros instrumentos de coleta como a observação, a entrevista e o questionário.

O Relatório Final de Atividades da Reforma Curricular do curso de Graduação em CB da UFSC, auxiliou na compreensão do contexto de pesquisa, assim como permitiu conhecer o perfil formativo e profissional que a instituição pretende com o curso. As concepções e direcionamentos que constam no documento, inevitavelmente, influenciam a disciplina de Genética Clássica, e puderam auxiliar na compreensão de alguns aspectos de sua organização e escolha dos conteúdos contemplados.

Documentos originados na própria disciplina também foram analisados. Integraram os dados desta investigação: o plano de ensino da disciplina, as provas escritas elaboradas pelas professoras e os relatórios de aula prática elaborados pelos estudantes. Estes documentos foram escolhidos por serem resultantes do próprio contexto investigado e serem de fácil obtenção. As informações obtidas por meio destes documentos contribuíram na validação e análise dos dados obtidos com os outros instrumentos de coleta.

O plano de ensino (Anexo 1) forneceu informações gerais a respeito da disciplina, assim como o cronograma de atividades seguido pelas professoras, que auxiliou no planejamento das observações das aulas. As provas escritas foram importantes por serem a principal forma de avaliação da disciplina, indicando os conteúdos teóricos sobre os quais os estudantes tiveram maior dificuldade para responder. Os relatórios de aula prática forneceram dados sobre a relação dos estudantes com as atividades realizadas nas aulas práticas, que envolveram cruzamentos com *Drosophila*. As correções feitas pelas professoras nos relatórios, também apontaram aspectos sobre a avaliação. As provas e relatórios não foram anexadas ao trabalho para preservar os sujeitos envolvidos.

3.3.3 Entrevista semiestruturada

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com as três professoras responsáveis pela disciplina, no mês de novembro de 2015. Todas as entrevistadas confirmaram sua disponibilidade assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) contendo o objetivo e aspectos gerais da pesquisa. As entrevistas aconteceram individualmente, nas salas das professoras e em horários agendados previamente.

O roteiro de entrevista (Apêndice C) foi construído com o objetivo de buscar informações permitindo às entrevistadas que falassem livremente sobre os assuntos. As perguntas elaboradas serviram para guiar a conversa e retomar o foco da entrevista sempre que necessário. Este formato foi escolhido com o intuito de propiciar às entrevistadas um ambiente confortável, que favorecesse a espontaneidade nas suas respostas. Como salientado por Lüdke e André (1986, p. 33):

na entrevista a relação que se cria é de interação, havendo uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde. Especialmente nas entrevistas não totalmente estruturadas, onde não há a imposição de uma ordem rígida de questões, o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém e que no fundo são a verdadeira razão da entrevista. Na medida em que houver um clima de estímulo e de aceitação mútua, as informações fluirão de maneira notável e autêntica.

Os dados obtidos a partir das observações das aulas e dos documentos citados, foram essenciais para a elaboração do roteiro de entrevista. As perguntas partiram da relação do problema de pesquisa com 6 categorias gerais: **quem** são as docentes; **o que** entendem por teoria e prática; **por que** as aulas práticas são importantes; **para que** utilizam as aulas práticas como recurso didático; **como** relacionam teoria e prática e **para quem** as aulas práticas são planejadas. As categorias foram divididas em 13 subcategorias que expressavam as informações que se pretendia buscar para responder ao problema inicial. A essas subcategorias foram atribuídas um total de 49 perguntas, que foram feitas às entrevistadas. As perguntas visavam conhecer a trajetória acadêmica e profissional das professoras, qual sua relação com a prática, por que utilizam este recurso didático, quais são seus objetivos e expectativas, assim como quais suas ideias a respeito do que estão ensinando, qual tipo de formação acreditam estar oferecendo aos estudantes e qual tipo de aprendizagem estão possibilitando, de acordo com os objetivos específicos da pesquisa.

O registro das entrevistas foi feito por meio de gravação, sem registro escrito. Dessa forma pude estar mais atenta a gestos e expressões das professoras ao responderem às perguntas. Todas as professoras foram receptivas e demonstraram interesse na pesquisa, respondendo aos questionamentos de forma concisa. Os áudios das entrevistas totalizaram cerca de seis horas e foram transcritos na íntegra. As transcrições seguiram as orientações sugeridas por Manzini (2008), que inclui o momento da transcrição de entrevistas semiestruturadas como uma fase da própria entrevista, a ser realizada pelo pesquisador como uma pré-análise do material. O autor também elenca normas e cuidados metodológicos ao se fazer uma transcrição.

As falas mais expressivas, elencadas pela pesquisadora em relação aos objetivos da pesquisa, foram organizadas de acordo com as categorias de análise já estabelecidas na elaboração do roteiro de entrevista. Os trechos destacados compõem o capítulo 4 do presente estudo. As transcrições integrais não fazem parte deste texto por terem acesso restrito, com o objetivo de preservar a identidade das docentes e evitar possíveis usos indevidos.

4 OLHARES DOCENTES SOBRE AS AULAS PRÁTICAS

Este capítulo tem por objetivo apresentar e analisar os resultados obtidos que se relacionam ao problema proposto no presente estudo. Os dados aqui expostos buscam indicar, sob os aspectos da teoria da aprendizagem significativa, se as aulas práticas com *Drosophila*, na disciplina de Genética Clássica, são um material potencialmente significativo e como as docentes compreendem o seu uso como recurso didático. O estudo se mantém próximo à busca de requisitos, não estando em questão a análise da disciplina, sequer das docentes. Cada seção pretende expor uma categoria de dados obtidos e discuti-los sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa.

Primeiramente descrevo a organização da disciplina a partir das falas das professoras, como a sequência de conteúdos escolhida pode favorecer a aprendizagem e suas concepções sobre as aulas práticas de maneira geral (4.1). Dando continuidade, exponho os fatores que motivaram cada docente a utilizar drosófilas nas aulas práticas e como iniciaram os cruzamentos (4.2). Posteriormente apresento e analiso a relação que as professoras estabelecem entre teoria e prática, quais os conteúdos que buscam desenvolver com as atividades práticas, e como os estudantes são avaliados (4.3). Finalizando o capítulo, intento discutir os objetivos que as professoras possuem ao utilizar as aulas práticas como recurso didático e seus objetivos em relação à formação acadêmica e profissional dos estudantes (4.4).

4.1 AS AULAS DE GENÉTICA CLÁSSICA: ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA E CONCEPÇÕES DOCENTES

Tratando da organização da disciplina, ao serem questionadas, duas das professoras, P1 e P3, descreveram a sequência de conteúdos escolhida. A disciplina busca manter a mesma sequência de conhecimentos que historicamente a ciência produziu. Assim, os conteúdos dados inicialmente seriam mais simples e específicos, seguidos de conteúdos mais complexos e gerais.

“A disciplina foi reestruturada, [...] e acabou que a [Genética] Clássica ficou com o final de genética de populações, que é na realidade um pré-requisito para uma próxima disciplina de genética que é Genética Evolutiva.”

“Genética de populações é fundamental que venha depois da clássica porque, para conseguir entender o equilíbrio [de Hardy-Weinberg]

em locus autossômicos e locus ligados ao sexo, é preciso primeiro que o aluno tenha uma compreensão de como é a herança autossômica e de como é a ligada ao sexo. Então assim, não tem sentido a gente falar em [conteúdos de genética de] populações antes da [Genética] Clássica. E dentro da Genética Clássica o estudo está estruturado dessa maneira porque a gente começa com os conteúdos mais simples, indo para os mais complexos.”

P1 ao ser questionada sobre a organização da disciplina

“[A sequência de conteúdos] é histórico... a disciplina de Genética Clássica é clássica, entendeu?”

Dentro da disciplina [...] eu começava sempre com um histórico, com uma contextualização histórica. [...] Aí a coisa vem sendo construída rigorosamente na forma do histórico.”

“Tu não podes falar em populações se tu não sabes a segregação dentro das famílias, [...] como os conteúdos ali são clássicos, não tem jeito. [...] O clássico não tem como tu fugires [...]. Não tem como tu reestruturares esse negócio.”

P3 ao ser questionada sobre a organização da disciplina

Como pode ser observado nas falas, a lógica utilizada na definição dos conteúdos está bem clara para as professoras. A sequência escolhida é justificada por sua proximidade com a produção do conhecimento científico ao longo da história, assim como preenche a lacuna existente na matriz curricular do curso, entre a disciplina que antecede a Genética Clássica, e a seguinte. Sob o ponto de vista da aprendizagem significativa, poderia ser proposta uma subversão nessa sequência. Ausubel (2000) afirma que a maioria da aprendizagem, e toda a retenção e a organização das matérias, é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão. Para favorecer o entendimento, a hierarquia conceitual permite subidas e descidas, embora a ordem predominante seja a descendente de inclusividade (MOREIRA, 2011).

As disciplinas relacionadas à genética, no curso de CB, estão organizadas na matriz curricular em sequência inversa à produção do conhecimento científico ao longo da história. As disciplinas são: 3ª fase: Biologia Molecular I e Evolução; 4ª fase: Citogenética; 5ª fase bacharelado e 6ª fase licenciatura: Genética Clássica; 7ª fase: Biologia Molecular II (só para o bacharelado) e Genética Evolutiva

Porém, neste caso, a subversão ainda mantém as disciplinas de conteúdos mais específicos no início do curso, e as disciplinas que tratam de conteúdos abrangentes no final, como relatado na fala de P3 que segue.

“Quando a gente estruturou o curso, [...] a gente resolveu subverter, já que o gene está explícito, se sabe o que que é e exatamente onde, [...] sob o ponto de vista da molecular, vamos começar com a molecular, depois a gente vê a citogenética, que seria o arranjo daquele material genético sob o ponto de vista da... divisão celular e da forma da herança mesmo, do veículo de herança... para depois nós chegarmos no clássico e contarmos essa história e desfazermos aquela ideia do gene letrinha e do gene bolinha.”

P3 sobre a organização dos conteúdos de genética no curso de CB

A teoria ausubeliana traz a proposta de se pensar na sequência de conteúdos a partir de uma hierarquia conceitual (partindo do mais geral, inclusivo e abstrato) e da estrutura cognitiva dos estudantes (existência de ideias potencialmente relevantes). Como já exposto no primeiro capítulo, o ensino de genética possui abordagens repletas de abstrações, dificultando o planejamento e levando os professores, de maneira geral, a buscarem estratégias diferenciadas. Nesse contexto, é esperado que experiências de ensino consideradas prósperas, sejam repetidas e reproduzidas. Considera-se também que, para conhecer o que o estudante já sabe, é necessário tempo para tal no planejamento, o que nem sempre é viável ou almejado.

Quando questionada, P2 mencionou as atividades avaliativas como questão fundamental para a atual organização da disciplina. Para a professora, o envolvimento dos estudantes depende diretamente do que é cobrado nos instrumentos de avaliação e o que não recebe nota não é aprendido.

“Todas essas coisas fazem parte da nota do aluno [...] dois relatórios das aulas práticas [...] e mais a PPCC, [...] então eles são avaliados por três provas, por dois relatórios e mais a PPCC.”

“Claro, são raros, muito poucos os que se interessam em ir um pouco além e aprender aquilo ali porque vai ser bom para a formação deles. Eles só assumem o compromisso se eles forem cobrados e na minha opinião, particularmente, eu acho que tem que ser dado peso maior para provas e menos para os trabalhos. [...] infelizmente a coisa só funciona assim, só funciona se existir a expressão ‘cai na prova’.” P2 ao ser questionada sobre a organização da disciplina

A partir da fala da professora, algumas questões sobre avaliação da aprendizagem significativa podem ser discutidas. A função principal da avaliação é determinar, em que medida, os objetivos educacionais significativos estão sendo atingidos de fato. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), avaliar significa emitir um julgamento de valor, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais. Se não estiver relacionada a estes objetivos, qualquer avaliação fica sem sentido. O resultado educacional não pode ser considerado isolado do processo de ensino e aprendizagem, não é bom ou mau em si ou por si (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 501).

Embora a professora mencione as avaliações de forma isolada para explicar a organização da disciplina, pude perceber nas observações que os objetivos de cada instrumento avaliativo dentro da disciplina são expostos aos estudantes. Talvez a professora entenda os resultados da avaliação como o final do processo de aprendizagem, e quando questionada sobre a organização da disciplina como um todo, os seus objetivos de ensino, e os processos que ocorrem para alcançá-los, são subtraídos. Uma resposta próxima às de P1 e P3 foi dada pela professora P2 quando questionada especificamente sobre a sequência dos conteúdos.

“O conteúdo foi estruturado de uma forma que tivesse uma sequência lógica.”

“A ordem do conteúdo que é dado [foi construída] de maneira que determinados conteúdos precisam ser entendidos primeiro para depois se entender outros [...] se começa com conhecimentos mais básicos.”

“Uma ordem crescente de complexidade para entender uma coisa e correlacionar depois com o conteúdo que vem seguinte.”

P2 ao ser questionada sobre a sequência dos conteúdos.

Ainda tratando da organização da disciplina, a divisão da carga horária em teoria, prática e PPCC é resultado das reformas curriculares que o curso sofreu, não podendo ser alteradas pelas professoras. Para entender quais os tipos de atividades as professoras consideram como práticas, durante a entrevista questionei se todas as atividades que acontecem no espaço do laboratório poderiam ser consideradas práticas.

“Olha, tudo que acontece [no laboratório] eu não diria, mas aquilo que está relacionado com a disciplina eu acho que sim. Assim, está relacionado com a disciplina e que não é uma aula expositiva

tradicional. Então eventualmente, na nossa disciplina, a gente tem algumas aulas que são práticas mas que na realidade, por uma questão de gerenciamento de tempo, muitas vezes a gente acaba usando um espaço da prática para dar uma teoria, porque houve um atraso, ou porque a aula prática foi rápida e aí sobrou um tempo, e aí a gente dá a teoria para não perder o tempo. Então, na realidade, é uma questão de administrar o tempo para que a disciplina siga andando a despeito de alguns percalços que possam eventualmente acontecer.”

P1 ao ser questionada sobre a as atividades que acontecem no laboratório.

“Assim, ela tem esse período teórico e período prático, mas não é uma coisa tão rígida, porque se precisar às vezes em uma aula prática a gente dá teoria também. [...] E aí a gente encaixa, a gente reorganiza a coisa e encaixa ali em alguma aula essa parte teórica, mas... isso vai de semestre para semestre conforme a necessidade, conforme o perfil da turma, a gente vai encaixando isso.”

P2 ao ser questionada sobre a as atividades que acontecem no laboratório.

As professoras concordam que é importante a existência de momentos de atividades práticas no ensino de genética, mas não há rigidez no uso da carga horária. As atividades planejadas são contempladas e os horários são utilizados conforme o andamento de cada turma. Durante as observações presenciei algumas situações em que aulas teóricas ocorreram nos laboratórios. As professoras ministram aulas expositivas nesses espaços sem haver prejuízos para as atividades práticas e o cronograma da disciplina é cumprido.

As concepções docentes sobre a diferença entre teoria e prática não estão atreladas ao ambiente no qual acontecem (sala de aula ou laboratório), e sim às atividades que são desenvolvidas. As falas que seguem tratam de suas concepções a respeito dos elementos que diferenciam as atividades práticas das teóricas.

“Então, eu acho que os cruzamentos e a análise dos resultados deles, sem dúvida nenhuma, a prática de botões para simulação de panmixia, eu não tenho dúvida que é uma prática... e as práticas de resolução de exercícios.”

“A teoria é o momento onde a gente apresenta o conteúdo e

apresenta as reflexões que levaram à produção daquele tipo de conhecimento. E na prática a gente propõe alguns cruzamentos onde o aluno tem que utilizar os conhecimentos que aprendeu na teoria, que ele viu, os tipos de raciocínios que foram empregados para descobrir, vamos dizer assim, esses padrões de herança. E dessa maneira, conseguir desvendar qual seria o padrão de herança envolvido em uma determinada característica que está sendo analisada no cruzamento de Drosophila.”

P1 ao ser questionada sobre as atividades realizadas na parte prática da disciplina.

“Prática, digamos mexer, fazer alguma experiência, mexendo com drosófila, ou coisa assim [...]. Os principais momentos de prática são as aulas que a gente faz com Drosophila, então a gente dá uma introdução teórica daquilo ali [...] para situar o aluno, o que que nós vamos fazer hoje, né, qual vai ser a aula prática de hoje, qual o objetivo dessa aula prática de hoje, por que vocês vão fazer essa aula prática hoje.”

“Eu particularmente não considero só isso como prática, eu considero resolução de exercícios como prática também, é uma visão particular minha [...]. Onde o aluno vai pegar em exercício, bom, vamos pegar juntos alguns exercícios, aí eu procuro fazer junto alguns exercícios com eles na aula prática, [...] para construir o raciocínio junto com eles. [...] então eu considero aula de resolução de exercícios, como uma aula prática também [...] pra botar em prática o pensamento teórico que aprendeu.”

P2 ao ser questionada sobre as atividades realizadas na parte prática da disciplina.

“É um momento de exploração e de fixação de conteúdos, de conceitos, de lógicas.”

“Na questão das moscas... todas as atividades que [os estudantes] trabalham com o reconhecimento das moscas, a observação na lupa ou a olho nu, [...] a hora que eles mexem nos bichos, a hora que eles fazem... as repicagens de um material para outro.”

“Então o que eu estou considerando como prática, na disciplina de Genética Clássica [...] são todas as aulas que ocorrem com Drosophila, que eles manipulam o organismo, [...] seja através do...”

reconhecimento dos tipos, do sexo, ou quando eles analisam... quando eles observam o que que está segregando e o que que não está [...] pra mim isso é atividade prática. Quando eles... quando a gente faz aquela questão da migração dos pigmentos do olho da mosca em cromatografia [...], para mim atividade prática é aquela... da mão na massa.”

“O teórico é aquilo que tu contas para a pessoa, [...] é descritivo [...] e... prático, para mim... não é por exemplo, resolução de exercício [...] resolução de exercício, é resolução de exercício, atividade prática para mim é atividade que você põe a mão na massa.”

P3 ao ser questionada sobre as atividades realizadas na parte prática da disciplina.

As professoras definem as práticas mencionando atividades que contemplam a manipulação de organismos, materiais e equipamentos. A principal diferença entre as aulas teóricas e práticas parece estar relacionada à forma como o conteúdo é apresentado aos estudantes. Considerando as falas das professoras, aulas teóricas são aquelas nas quais as professoras expõem os conteúdos e os estudantes aprendem por recepção. As atividades que apresentam os conteúdos por meio de materiais diversificados e envolvem algum tipo de manipulação por parte dos estudantes, são práticas.

Percebe-se uma divergência entre as professoras quanto à definição das atividades de resolução de exercícios. Para P1 e P2, resolução de exercícios é uma atividade prática e P2 esclarece que é por proporcionar a aplicação dos conteúdos teóricos. Já para P3 resolver exercícios não faz parte das atividades práticas. Para a professora, em uma atividade prática o estudante deve *botar a mão na massa* e realizar procedimentos que comprovem a teoria, mesmo que essa vivência seja apenas a observação de um procedimento.

“É manipulação, botar a mão na massa, é fazer. Algumas coisas práticas, elas são meramente técnicas, por exemplo, a extração do pigmento lá, a migração dos pigmentos do olho, os alunos se quer fazem... mas eles veem fazer, qualquer um deles poderia fazer [...]. Então aquilo ali é demonstrativo, mas é prático, porque você está fazendo, você não está simplesmente dizendo “se eu botar esse... esmagar a cabeça da mosca e botar num papel e botar com essa solução e botar a migrar, eu vou enxergar isso” [...] isso para mim é teórico [...]. Agora, quando demonstrativo, ou não, ou com a própria pessoa operando o negócio, pra mim prático é aquilo que ele tem que

executar, é experimental.”

P3 ao ser questionada sobre as atividades realizadas na parte prática da disciplina.

4.2 DEFINIÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS

As atividades realizadas nas aulas práticas incluem cruzamentos com drosófilas desde a década de 80, e como já mencionado no primeiro capítulo (seção 1.3.2.1), a professora P3 foi quem iniciou os estoques de moscas no Laboratório de Drosophilídeos da UFSC. As disciplinas da área de genética foram modificadas diversas vezes nas reformas curriculares dos cursos de CB. A Genética Clássica também sofreu alterações, mas mantém as atividades práticas com drosophilídeos há quase trinta anos. Essas práticas estão vinculadas à disciplina de forma tão consistente que a disciplina é conhecida no curso de CB como “a disciplina das moscas”. As práticas com cruzamentos são mantidas, como uma tradição passada para as novas professoras. Diante da estrutura disponível e da perspectiva favorável das professoras em relação às práticas com *Drosophila*, os cruzamentos são utilizados em outras disciplinas dos cursos de CB e até mesmo em disciplinas de outros cursos.

Considerando esse contexto, nas entrevistas busquei conhecer os fatores que motivaram cada professora a utilizar as moscas nas aulas. Fiz questionamentos a fim de entender como essas atividades começaram a ser utilizadas na disciplina e passaram a integrar permanentemente o plano de ensino. As falas a seguir tratam de como foram definidas as atividades práticas com drosófila e os fatores que influenciaram para que fossem mantidas nas aulas.

“Bem, na realidade isso é uma coisa que é anterior a mim. Então isso, na realidade foi definido pela P3. E desde que eu entrei a gente não mudou, porque eu sou uma das provas de que essa metodologia funcionou muito bem. E eu sei que não funcionou só comigo, tem um monte de relatos de alunos da P3 que falam que, realmente, teve um sucesso no aprendizado. Então a gente está investindo em repetir uma fórmula que a princípio a gente viu que funcionou. E a gente espera que ela continue funcionando. A cada semestre a gente faz avaliação da disciplina para ter uma noção de como isso está andando.”

P1 ao ser questionada sobre a definição da dinâmica da disciplina.

“Eu não sei exatamente em que momento foi definida essa estrutura de aula prática, assim com Drosophila, isso já tinha quando entrei. Eu acredito que tenha sido a P1 e a P3 que estruturaram isso daí em algum momento. A P3 quando assumiu essa disciplina, e ela foi muitos anos professora dessa disciplina, então eu acredito que quando ela assumiu, estruturou essa disciplina desse jeito”.

“Não sei te dizer em que momento exatamente [a disciplina] assumiu essa cara que ela tem hoje, essa estrutura que ela tem hoje, eu não sei exatamente a partir de que momento ela passou a ser assim.”

P2 ao ser questionada sobre a definição da dinâmica da disciplina.

“É que a gente tem um conteúdo teórico, uma ementa de disciplina. E aí a gente olha aquilo ali... quer dizer, a gente já não olha mais [...]. Se houver uma mudança do currículo nós temos que ver em que contexto que isso vai ficar e talvez haja uma... adaptação da coisa toda. Mas nos últimos [...], exatamente dez anos no atual currículo, a gente testou a fórmula uma vez, deu certo e aí a gente bota uma coisinha a mais, uma coisinha a menos, mas a lógica basicamente é a mesma. Então assim, quais os conteúdos que essa disciplina tem, que podem ser feitos experimentalmente? [...] Podemos fazer todos? Em termos de tempo, não, não podemos fazer todos... falta lupa, falta sala, falta tempo, falta recurso. Quais os que nós... priorizamos desses aqui? Então tem dez, nós priorizamos quatro... por que que nós priorizamos esses quatro? Porque a gente acha que eles sintetizam mais conteúdos. Porque na hora que você está trabalhando com as moscas [...] você pode explorar uma série de conteúdos, que talvez tivessem uma prática para cada um deles, específica. Então a gente seleciona aqueles que são viáveis, sob o ponto de vista da estrutura que a universidade tem, e aí eu falo desde de sala, equipamento, horário e... financeiro.

[...] Aí nós também fazemos opção... ou a gente... faz do nosso bolso, ou não faz.

é em cima dessa lógica, o que que é possível fazer? De tudo que é possível fazer, é possível fazer tudo? São duas perguntas diferentes.”

P3 ao ser questionada sobre a definição da dinâmica da disciplina.

Fica claro que a professora P3 foi quem estruturou a atual Genética Clássica, com base na ementa da disciplina definida após a última reforma curricular do curso de CB. As professoras P1 e P2 assumiram suas cargas horárias quando a disciplina já estava organizada

no modelo atual. Assim, é esperado que o modelo criado pela professora mais antiga seja reproduzido pelas mais novas. Soma-se a isto o fato de que as professoras consideram a dinâmica da disciplina adequada para o ensino e aprendizagem de genética. Os resultados obtidos com os estudantes no decorrer das atividades são avaliados positivamente, deste modo as docentes não apontam motivos que evidenciem a necessidade de planejarem modificações.

Tratando diretamente da escolha das atividades a serem desenvolvidas nas aulas práticas com drosófilas, P1 e P2 responderam de forma semelhante, como pode ser observado nas próximas falas.

“Esses cruzamentos já eram feitos desde a época em que eu era monitora, então não houve uma mudança substancial. Eventualmente a gente consegue linhagens novas de mutantes [...]. Quer dizer, a gente pode modificar um pouco a complexidade e a gente faz isso dependendo do estilo da turma, da demanda de alunos.”

P1 ao ser questionada sobre a escolha das atividades práticas.

“Quando eu entrei já estava tudo organizado dessa forma. Os experimentos para mendelismo e herança ligada ao sexo, para interação, para ligação, já estava tudo estruturado.”

P2 ao ser questionada sobre a escolha das atividades práticas.

Na fala de P3 sobre a definição da dinâmica da disciplina, a professora mencionou fatores limitantes para a escolha das atividades que estão relacionados a aspectos estruturais e financeiros da instituição e do curso. Sobre a escolha das atividades que seriam realizadas nas aulas práticas, a professora relatou alguns outros fatores.

“Quando a gente for fazer cruzamento, testar padrão de segregação, nós temos um know-how com drosófila. [...] Nós temos uma infraestrutura de laboratório de drosófila, que é um laboratório de ensino e de pesquisa, [...] a gente busca em cima da nossa expertise, obviamente. [...] E como a gente também tem 40 horas com dedicação exclusiva, mas trabalha 80, e tem que se preocupar com uma série de outras coisas, e inovar significa recursos... e recursos estão cada vez mais difíceis de se obter [...]. Eu não sei, talvez por uma questão de inércia mesmo, mas é uma inércia de alguma coisa que está dando certo, eu acho que essa que é a questão, entendeu.”

P3 ao ser questionada sobre a escolha das atividades práticas.

Quando as professoras foram questionadas sobre a definição da dinâmica da disciplina, claramente a escolha das atividades se justifica por questões pedagógicas. As professoras falam muitas vezes que o planejamento feito *está dando certo* ou *funcionando* na aprendizagem dos estudantes. Mas fica evidente também que, além das questões pedagógicas, as condições de trabalho das docentes restringem sua prática, desde o excesso de trabalho, até a falta de recursos financeiros. Na fala anterior, P3 menciona a “inércia” como causa para a repetição das atividades há tanto tempo. Isto poderia ser interpretado como um certo comodismo por parte das docentes, mas parece estar mais próximo de um conjunto de escolhas que oferecem segurança para o planejamento, já que tantos fatores precisam ser considerados e superados na prática docente. Essas questões acabam consolidando cada vez mais a repetição das atividades e ainda reduzem o interesse das professoras em arriscarem novas estratégias.

Cabe salientar que apenas uma das professoras explicitou fatores externos à disciplina como justificativa para a escolha das atividades. Isto não significa que P1 e P2 não tenham opiniões similares à de P3, mesmo porque as entrevistas não abordaram especificamente o assunto. Mas esses limites parecem ser tão claros para P3 que se destacam das razões apontadas pelas outras professoras.

Dando continuidade aos questionamentos sobre a definição das atividades, as professoras falaram a respeito da escolha dos protocolos utilizados nas práticas com cruzamentos de *Drosophila*.

*“Na realidade esses cruzamentos, eles não são usados apenas aqui na UFSC. Esse [...] é um instrumento que tem sido usado em várias outras universidades, no ensino da Genética Clássica. Então eu sei que a UFRGS usa, eu sei que a UFRJ usa, eu sei que a USP também usa. Eu não sei se está usando atualmente, mas com certeza já usou. A ideia é, conhecendo o ciclo de vida de *Drosophila*, conseguir fazer com que... os resultados sejam produzidos em um intervalo de tempo mais curto possível, e em um melhor momento para que a gente possa avaliar os fenótipos. Então é dessa maneira que é estruturado.”*

“Na realidade, os protocolos foram se reproduzindo. Então assim, não foi uma coisa completamente nova que depois foi readaptada, via de regra as pessoas usam mais ou menos o mesmo protocolo.”

P1 sobre os protocolos de atividades práticas escolhidos.

“Os protocolos, eu acredito que tenha sido a P3 com a P1 que tenham elaborado ao longo da criação da disciplina, elas devem ter elaborado esses protocolos e ir moldando eles assim. [...] Quando eu entrei, a gente fez uma ou outra modificação no protocolo, eu e a P3. Então às vezes a gente faz alguma outra modificação, mas o pensamento, digamos, básico, a estrutura básica dos protocolos, já tinha quando eu entrei.”

P2 sobre os protocolos de atividades práticas escolhidos.

“Tem protocolos desde mil novecentos e... nada, desde que se começou a trabalhar com Drosophila. [...] Tem o ciclo de vida da mosca, a Drosophila melanogaster a vinte e cinco graus centígrados tem um ciclo que leva de nove a dez dias. [...] A gente planeja o experimento de quatorze em quatorze [dias] porque as aulas são semanais, então em uma semana a gente cruza, na outra semana faz uma outra coisa e na semana seguinte volta para aquele experimento. Por que isso? Porque é o ciclo da mosca. [...] Por que que a gente só vai até a F2? Porque até a F2 a gente consegue ver o que a gente quer ver. [...] Nós temos uma limitação de tempo para conteúdos. Cada vez que a gente avança uma geração nova, é menos tempo que sobra para dar um outro conteúdo teórico ou prático, ou outra simulação. [...] E aí a gente tem que fazer um planejamento do [...] que é possível dentro do cronograma.”

“O protocolo das drosófilas, ele está completamente dominado por nós aqui. Nós temos estoques, [...] sabemos o que cruzar. A gente vai variando, em cada semestre escolhe coisas [considerando] ‘como é que estão as lupas esse semestre? Estão péssimas’, então não dá pra gente trabalhar com [mutantes] scarlet, nós temos que trabalhar com [mutantes] white, que até a olho nu o cara resolve. Então são essas as limitações, e isso que nos faz planejar da forma que é. O ciclo da mosca está estabelecido, os padrões de herança estão estabelecidos, o que a gente vai usar nós temos aí.”

“[Os protocolos] eu trouxe lá da Genética! Foram protocolos que eu, como aluna, em 1975, fui submetida a eles. E esses protocolos de 75 certamente estão no Brasil há muito tempo. Isso deve ter vindo, não exatamente os mesmos, da mesmíssima forma... mas a base disso aí é Morgan, lá em 1900, 1910, 1908, que vem se renovando.”

P3 sobre os protocolos de atividades práticas escolhidos.

A professora que iniciou o uso dos cruzamentos com *Drosophila* explicita em sua fala a origem dos protocolos usados nas aulas há trinta anos. As práticas realizadas na disciplina são similares às que eram desenvolvidas em seu curso de graduação na UFRGS. Os protocolos lá utilizados na década de 80 resultaram do avanço dos estudos de genética utilizando drosofilídeos, estudos estes que iniciaram logo no começo do século XX e reuniram amplo conhecimento a respeito das moscas nas décadas seguintes. Os livros que trazem sugestões de aulas práticas, apresentados no primeiro capítulo, Exercícios Práticos de Genética (1973) e Biologia Experimental (1988), salientam a relevância dos experimentos feitos com drosófilas nas décadas de 70 e 80.

A fala de P3 remete a duas situações em que há reprodução de estratégias de ensino. Primeiro, esta professora vivenciou as aulas práticas durante a sua graduação e adotou os protocolos em suas próprias aulas. É comum que algumas estratégias de ensino vivenciadas quando se é estudante sejam reproduzidas na prática docente. E segundo, como já havia sido mencionado, as professoras mais novas repetem o modelo planejado por P3 e as atividades são mantidas no decorrer dos semestres. As respostas das professoras retratam uma realidade que pode não ser exclusiva da Genética Clássica. Durante a graduação em CB na UFSC, pude observar que quando uma disciplina é ministrada por muito tempo pelo mesmo docente, ela adquire um formato que acaba sendo herdado e preservado por novos professores.

Nem sempre essas estratégias são analisadas e questionadas antes de serem utilizadas, mas tornam-se modelos de ensino que influenciam o processo formativo docente. Durante a entrevista, P3 falou brevemente sobre a questão da reprodução de estratégias e modelos de ensino, como pode ser percebido na fala que segue.

“Eu não tenho [...] alguns propósitos tão explícitos e tão claros na minha cabeça sobre coisas que acontecem nessas dinâmicas todas. Eu não deixo de ser, sob um ponto de vista, uma reprodutora de coisas que eu aprendi e que eu fui ajustando. Talvez qualificando em alguns momentos, talvez desqualificando em outros, em cima de uma lógica que eu entendo que [exista].”

P3 sobre a reprodução de estratégias de ensino.

4.3 RELAÇÃO TEORIA E PRÁTICA

As atividades teóricas e práticas da disciplina seguem cronogramas organizados de forma que os conteúdos trabalhados sejam correspondentes. Os cruzamentos com *Drosófila* são planejados para que aconteçam enquanto o conteúdo teórico relacionado é discutido em sala. Durante as observações das aulas pude acompanhar o desenvolvimento das atividades e percebi alguns elementos que vinculam teoria e prática, como a organização dos cronogramas da disciplina, as atividades avaliativas e as concepções das professoras sobre teoria, prática e aprendizagem. Considerando esses elementos identificados, fiz questionamentos para compreender como as professoras relacionam as atividades teóricas e práticas. As perguntas partiram dos conteúdos previstos no plano de ensino e da organização desses conteúdos para a aprendizagem. As respostas das professoras a essas questões estão nas falas que seguem.

“O que a gente fez foi, com aqueles conteúdos [que estão na ementa], propor uma sequência que parece lógica, que está relacionada com o aumento da complexidade do que vai ser aprendido. E em paralelo, tentar tratar esses mesmos assuntos sob o ponto de vista prático, para que o aluno consiga então relacionar o conteúdo da teoria, o conteúdo aprendido, com o seu dia a dia.”

“Via de regra, essas discussões acabam trazendo para a sala toda uma visão de que, no fundo, tudo aquilo que a gente está vendo para Drosophila, em algum outro momento poderia ser aplicado para qualquer outro organismo vivo. [...] Por enquanto eu não vejo uma outra sequência que fosse capaz de fazer isso de uma maneira melhor.”

P1 sobre a sequência de conteúdos.

“[A sequência] contribui [para a aprendizagem] porque a ideia é começar de coisas menos complexas e ir aumentando a complexidade.”

“Entender o básico para depois aumentar a complexidade das coisas e, no final, fecha com genética de populações. Que é onde eles veem: ‘bom, os genes são passados de uma geração para outra, a gente viu que os genes são passados de uma geração para outra e assim, como que a gente pode analisar a frequência desses genes, dos alelos de um gene em uma população? Para que que serve isso? Como que

acontece?’. E aí fecha a disciplina, [...] porque depois eles vão ter a continuação disso na Genética Evolutiva, na disciplina seguinte.”
P2 sobre a sequência de conteúdos.

“Tudo que é prático, é teórico. [...] Tudo que é conteúdo prático foi visto anteriormente na teoria [...], não tem nenhuma atividade prática que não tenha vinculação com a teórica, e a organização dela.”

“A sequência que a gente estabelece é [...] de construção do pensamento.”

“A gente tem que entender que aquilo é o modelo para entender uma parcela, mas que é uma resultante de vetores [...] e tem que fragmentar para poder entender as partes. Depois tem que ir fazendo as devidas relações, e é isso que os alunos às vezes não conseguem fazer. A construção eu acho que te propicia isso. Se tu fazes uma etapa em que vais aumentando a complexidade e vais agregando coisas novas, eu acho que é como a ciência é feita, é como a ciência se construiu, então eu acho que a gente desenvolver sem modelo, eu não sei... eu não saberia te dizer se tem outra forma de fazer o que a gente faz que não seja essa.”

P3 sobre a sequência de conteúdos.

As professoras mencionam novamente a construção do conhecimento científico ao longo da história como principal justificativa para a sequência dos conteúdos teóricos, e assim também das atividades práticas. Os cruzamentos são planejados para que os estudantes façam atividades práticas referentes aos mesmo conteúdos apresentados nas aulas teóricas. Assim, as atividades práticas também abordam os conteúdos em ordem crescente de complexidade. Essa ideia de abordar os conteúdos a partir de conhecimentos mais específicos, para gradativamente discutir questões mais gerais perpassa o conteúdo de genética nas disciplinas do currículo do curso de CB.

As falas de P1 e P3 indicam que as docentes esperam que, a partir das atividades desenvolvidas, os estudantes estabeleçam relações mais gerais e amplas entre o conteúdo teórico, as práticas e o cotidiano. Entretanto, parece que nem sempre os estudantes conseguem estabelecer essas relações. A sequência de atividades práticas segue a mesma organização da parte teórica da disciplina, aborda inicialmente conteúdos mais simples e específicos e segue para os mais complexos e gerais. Volto à proposta de subverter a sequência dos conteúdos para

facilitar a aprendizagem significativa. Como já discutido, Ausubel sugere que os novos conhecimentos sejam apresentados a partir de ideias mais gerais e abstratas, em ordem decrescente de inclusão. Utilizando uma sequência que introduzisse questões gerais e amplas a respeito dos temas a serem trabalhados, possivelmente um número maior de estudantes conseguiria estabelecer relações mais abrangentes ao final da disciplina.

Outra questão de grande importância é que, talvez, parte dos estudantes não disponha de conhecimentos anteriores relevantes para relacionar com os conteúdos trabalhados na disciplina. Os conhecimentos prévios relevantes, sobre os conteúdos de bioquímica, biologia celular, ecologia, zoologia e tantos outros, sobre os quais os estudantes deveriam aprender significativamente no Ensino Fundamental e Médio, nem sempre estão bem estabelecidos quando chegam à graduação. Como estratégia de ensino, o uso de organizadores prévios pode ser uma forma de facilitar a aprendizagem significativa e proporcionar aos estudantes o estabelecimento de relações apropriadas entre os conhecimentos que já possuem e o conteúdo a ser aprendido. Os organizadores prévios podem preencher lacunas entre os conhecimentos e auxiliar na construção de pontes cognitivas por parte dos estudantes. Ao utilizá-los o professor pode favorecer o estabelecimento de relações mais gerais e amplas entre o conteúdo teórico, as práticas e o cotidiano.

4.3.1 Atividades avaliativas na disciplina

Ainda buscando compreender como as docentes relacionam teoria e prática, as avaliações realizadas na disciplina e as concepções das professoras sobre aprendizagem são elementos importantes e estão intimamente relacionados. Os apontamentos feitos nesta seção emergem das falas das professoras, das observações das aulas e análise das provas teóricas e relatórios de aulas práticas. A avaliação em Genética Clássica é composta por notas teóricas (três provas) e práticas (dois relatórios e uma atividade de PPCC), com o cálculo da média conforme os pesos de cada atividade, já mencionados. A divisão de notas em teóricas e práticas, com pesos desiguais, indica que as professoras consideram a eficiência de cada atividade avaliativa de forma diferente. Para compreender como é feita a avaliação e quais os critérios que as professoras utilizam para avaliar a aprendizagem dos estudantes, questioneei primeiramente o que elas entendem por *aprender*.

“No caso dessa disciplina especificamente, que [o estudante] consiga estabelecer, na sua cabeça, quais são os mecanismos genéticos para a produção de alguns fenótipos. Então ele vê um fenótipo, e ele vem de uma disciplina [com a qual] ele já sabe que o DNA é a base da informação genética e, agora, o que ele tem que fazer é essa conexão, de como que aquele DNA, que ele viu na Biologia Molecular, pode produzir um fenótipo. Então é fazer a ponte entre a informação genética no DNA e a produção de um fenótipo.”

P1 ao ser questionada sobre o que é aprender.

“Entender [...] o princípio básico que está por trás [do conteúdo apresentado], o raciocínio que está por trás daquilo ali. Então a gente tenta fazer com que [os estudantes] entendam esse raciocínio por trás, e não só apenas decorar. [...] Eu falo sempre, [...] ‘eu acho que vai ser muito mais fácil vocês entenderem do que ficar decorando, então se vocês conseguem entender como faz segregação gamética, é muito mais fácil vocês fazerem um quadro de Punnet, do que tentar decorar as coisas. Por que dá 9:3:3:1? Dá por causa disso, esse gameta junta com esse’ [...] e vou esmiuçando. [...] Eu tento passar essa ideia para eles, que é muito mais fácil tentar entender do que decorar. Com alguns faz efeito, com outros não.”

P2 ao ser questionada sobre o que é aprender.

“Para mim, aprender é vivenciar. [...] Aquelas coisas que, com um estímulo mínimo, coisas muito longínquas da minha vida, da minha formação, que eu consigo resgatar com uma certa facilidade nesse momento. Eu acho que essas coisas foram aprendidas. E eu acho que aprendido vem do apreendido, do apropriar-se. Então o que eu quero que os meus alunos aprendam, o que eu quero que os meus alunos se apropriem é muito mais um processo, uma dinâmica que vale para ‘n’ coisas, do que propriamente conteúdos formais. Se eles fizerem o ‘A’ eles chegam no ‘B’ com maior tranquilidade, chamando A o entender a lógica do processo e B um conteúdo qualquer. Eu acho que [o estudante] chega no conteúdo se ele quiser, com o estímulo que ele tiver na hora.”

P3 ao ser questionada sobre o que é aprender.

Percebe-se que, para as professoras, o aprendizado está diretamente relacionado ao desenvolvimento da capacidade do estudante

de compreender mecanismos e processos pelos quais possa adquirir novos conhecimentos e dar significado a eles. O conteúdo, em alguns momentos, parece ser o meio pelo qual se ensina, mas o objetivo final é o desenvolvimento dessa habilidade por parte dos estudantes. Considerando as falas das professoras, em certa medida, entendo que a aprendizagem que buscam está próxima à aprendizagem significativa. As definições de *aprender*, expostas pelas docentes, revelam o desejo de proporcionar aos estudantes a aprendizagem de conteúdos que produzam significados e que possam interagir com outros conteúdos já existentes, para assim favorecer o estabelecimento de relações complexas, que não acontece na aprendizagem mecânica. A forma pela qual as professoras avaliam a aprendizagem pode indicar, em que medida, as concepções sobre aprendizagem interferem na sua prática na disciplina.

Quando questionadas sobre o planejamento das avaliações, as respostas das professoras foram bastante semelhantes. Apesar de ser mantido um formato de avaliação muito próximo ao que P3 planejou quando era a única responsável pela disciplina, todas as professoras estão familiarizadas com as atividades avaliativas e procuram buscar um consenso sobre o que será alterado ou não em cada semestre. Tratando do planejamento da avaliação da disciplina, apresento inicialmente as falas das professoras sobre aspectos gerais da avaliação da disciplina e do planejamento das provas teóricas.

“Porque a gente tem muitos conteúdos e também porque os alunos, em alguns momentos, mostram uma certa dificuldade, a gente achou que seria mais produtivo se dividisse o conteúdo em três provas teóricas. Porque daí, a primeira prova é um conteúdo mais simples. E como os conteúdos são cumulativos, se a gente fizesse uma única prova só no final, o aluno que tivesse entendido o início, mas não tivesse entendido o final, ele não teria nota suficiente. Se a gente tivesse um sistema de avaliação de prova teórica, com duas provas apenas, a gente também não poderia ter uma ideia do intermediário, até onde ele chegou. Então, partir o conteúdo em três nos dá uma ideia de até onde ele caminhou, e também do sucesso dele. Mesmo que ele não tenha atingido 100%, mas se ele conseguiu 60% do conteúdo teórico, e se ele acompanhou as práticas e conseguiu fazer bons relatórios, talvez isso garanta para ele uma aprovação satisfatória.”

“A gente pega os conteúdos que foram abordados e alguns exercícios modelo, que todas as referências têm um número grande de problemas propostos. Eventualmente a gente adapta esses problemas

para a elaboração da prova, muda números, muda indivíduos. Muitas vezes em livros [norte] americanos a gente tem espécies que não são nativas, então a gente tenta adaptar. Então, se fala em alguma espécie que a gente sabe que os alunos não têm conhecimento, [...] a gente pega uma espécie que o aluno conheça, para que justamente ele possa fazer o vínculo com o seu dia a dia.”
 P1 sobre a avaliação da disciplina e o planejamento das provas teóricas.

“A forma de avaliar já existia quando eu entrei, [...] com três provas e pela PPCC. E cobrar o aluno, porque se tem aula prática, temos que cobrar os alunos na aula prática. Porque se tu não fores cobrar um relatório [...] no final, vai passar batido a aula prática. Então, infelizmente só funciona se cobrar.”

“São três provas. [...] Na medida do possível, se tentou distribuir de uma maneira equitativa, não fazer uma prova, digamos a primeira prova, com um monte de conteúdo e outra prova com pouquinho. [...] Se tentou distribuir de uma maneira equitativa, para não sobrecarregar o aluno em uma prova ou em outra. Mas dividir o conteúdo entre três provas e avaliar os alunos.”

“Geralmente eu faço mais questões, com menos peso em cada uma. [...] Alguma que eu sei que é um pouquinho difícil eu coloco valor maior. E eu faço assim, algumas mais fáceis, algumas um pouquinho mais difíceis, que eles têm que pensar mais. [...] Então vai ter pergunta tanto de cálculo, quanto de interpretação. [...] Não interessa só tu saberes fazer o cálculo, interessa que tu saibas o que tu estás testando.”

P2 sobre a avaliação da disciplina e o planejamento das provas teóricas.

“[A disciplina] tem um conteúdo denso, então a gente fraciona em três momentos. As provas não são cumulativas no sentido de que a gente não vai perguntar alguma coisa no segundo módulo sobre uma coisa do primeiro, mas elas são cumulativas no sentido de que, no segundo módulo, tem certos pré-requisitos do primeiro. [...] A parte prática tem relatórios, tem os seminários, a participação em seminários, tem as Práticas Pedagógicas como Componente Curricular. [...] As provas em geral são discursivas, tem uma ou duas

questões de teste, mas em geral são coisas de escrever, de resolver. [...] A gente procura não fazer aquela coisa do: o que é isso? o que é aquilo? [...] É muito mais uma aplicação de conceitos do que a cobrança do conceito.”

“As provas têm peso 6, são individuais, [...] e a nota prática tem peso 4, porque é resultado de trabalhos coletivos que a gente não tem como averiguar o real envolvimento de todo mundo. [Os estudantes] reclamam muito, porque acham que fazer os relatórios dá muito trabalho, mas a gente insiste nessa distinção, porque [...] o trabalho individual, sob o ponto de vista do conteúdo, a gente consegue avaliar melhor na avaliação teórica.”

P3 sobre a avaliação da disciplina e o planejamento das provas teóricas.

A avaliação em Genética Clássica contempla diferentes atividades, buscando identificar quais conteúdos os estudantes aprenderam. A variedade de instrumentos avaliativos utilizados pode estar relacionada às concepções docentes sobre aprendizagem, já que as professoras afirmam priorizar o entendimento de processos e não o conteúdo isolado. Apesar de as provas teóricas constituírem a maior parte da nota final na disciplina, a elaboração dos relatórios e a atividade de PPCC permitem que os estudantes sejam avaliados sob diferentes aspectos.

As professoras explicitam as razões que levaram ao planejamento de três provas teóricas, deixando claro que os conteúdos são cumulativos e as avaliações são elaboradas para indicar quanto do conteúdo apresentado o estudante conseguiu aprender. A quantificação da aprendizagem de conteúdos de forma cumulativa diverge da aprendizagem que as docentes almejam, que seria a aprendizagem para além dos conteúdos, com a apropriação de processos. As provas teóricas contêm várias questões que abordam características e padrões encontrados na *Drosophila melanogaster*, propondo a resolução de problemas que apresentam os mesmos fenômenos observados nas aulas práticas.

Entendo que a proposta é acompanhar o estudante ao longo do processo de aprendizagem, mas quando o resultado desejado está além dos conteúdos, ainda que o estudante tenha um bom desempenho na última prova, não se pode afirmar que o estabelecimento de relações gerais e a apropriação dos processos aconteceu. Nesse caso, as provas teóricas parecem avaliar sobre quais conteúdos os estudantes conseguem responder, sem que para isso precisem estabelecer relações além dos

conceitos e técnicas.

O fato de os conteúdos serem cumulativos, divididos em blocos com ordem crescente de complexidade, pode ocultar a avaliação de uma aprendizagem mecânica. Como mencionado por P3, os conteúdos de uma prova não são avaliados diretamente nas provas seguintes, assim, os estudantes se preparam para responder questões sobre um recorte específico do conteúdo. Os problemas que são apresentados em cada prova podem ser resolvidos com um conjunto próprio de conceitos e técnicas. Isso permite ao estudante treinar a resolução de exercícios nas listas existentes para cada bloco de conteúdos, sem que, necessariamente, ele reconheça o objeto de estudo como uma parte específica do todo, que é a disciplina e a genética em si.

A contextualização, que as professoras afirmam desenvolver nas questões das provas teóricas, não é percebida nos enunciados que mantêm problemas a respeito das moscas e que devem ser resolvidos com a aplicação direta do mesmo conjunto de informações desenvolvido nas práticas. As moscas são o modelo, mas se o estudante não consegue perceber que os mecanismos ali presentes não se restringem a este organismo, o modelo toma o lugar do objeto de estudo. As questões das provas, se restritas a aspectos sobre a *Drosophila*, podem dar a falsa ideia de que os fenômenos observados nas práticas são exclusivos àquelas situações propostas.

Durante as entrevistas as professoras falaram sobre a vivência dos estudantes nas atividades práticas e de como os relatórios fazem parte dessas atividades. As opiniões manifestadas pelas três professoras, a respeito dessas questões, são semelhantes e podem indicar como a aprendizagem almejada por elas estaria sendo avaliada nos relatórios.

“Antes de [o estudante] só trabalhar com genética, o fato de ele conhecer um inseto holometábolo, ter o conhecimento da morfologia, de todas as etapas do ciclo de vida, das vulnerabilidades diferenciadas em cada etapa do ciclo de vida, ou seja, da ecologia da Drosophila, eu acho que dá uma visão um pouco mais ampla de como esse tipo de organismo evoluiu na natureza. E eu acho que o aluno consegue perceber como as mutações que ele está observando são produto desse processo evolutivo, que está extremamente imbricado com a questão do desenvolvimento e da ecologia da espécie.”

P1 sobre a vivência do aluno nas aulas práticas.

“Eu acho que [o relatório] faz parte da prática e também é uma

forma de avaliação. [...] Porque os alunos procuram a gente para discutir os resultados, e nessa discussão eles estão justamente usando um conteúdo que eles viram na teoria e estão vendo de que maneira vão aplicá-lo para discutir os resultados. Não é simplesmente ‘façam os relatórios’, [e sim] ‘venham com os dados e vamos discutir’. A gente discute os dados com eles e aponta muitas vezes quais seriam as abordagens que a gente acharia interessante com aquele tipo de dado. Então a gente ajuda a raciocinar. [...] E claro, uma vez que ele está produzido, é um instrumento de avaliação também.”

P1 sobre os relatórios de atividades práticas.

“Na aula prática [os estudantes] vão reproduzir os mesmos resultados que Mendel só que [...] usando a Drosophila. [...] Então eles têm a oportunidade de fazer a mesma construção de raciocínio que a gente mostrou numa teoria, que o outro pesquisador [...] fez. Na aula prática eles têm a oportunidade de tentar chegar às mesmas conclusões ou ver se aquilo que foi dado em sala de aula bate com que eles estão encontrando na prática, ou não.”

P2 sobre a vivência do aluno nas aulas práticas.

“Eles produzem o relatório [...] para ter essa avaliação [...] das aulas práticas. [...] O relatório é produzido a partir de dados reais produzidos na aula prática. [...] Então, ainda que os resultados dentro da aula prática não tenha dado uma determinada proporção que era esperada, é isso que vai estar lá no relatório, só que discutindo as possibilidades [...], hipóteses para justificar. A gente tenta ajudar eles nesse raciocínio, questiona para que eles argumentem [...]. Então colocam no papel o pensamento deles, em cima de dados que eles mesmos produziram, é algo produzido por eles mesmos.”

P2 sobre os relatórios de atividades práticas.

“Uma coisa é você obter os resultados e outra é te darem os resultados para fazer... e [ao] dar o resultado para fazer sempre [se] pode dizer assim: ‘manipulou! Inventou!’, e o fato de fazer, não. [...] Pode ser que para o aluno não seja, mas para mim é completamente diferente, eu chegar na sala de aula e dizer assim: ‘pessoal, tá aqui

os resultados, façam as contas'. [...] Agora, no momento que ele tem experimentalmente o negócio, e vê que o outro grupo encontrou oitenta indivíduos e que ele não encontrou nenhum... a estrutura da coisa é diferente.”

P3 sobre a vivência do aluno nas aulas práticas.

“O relatório não é uma atividade teórica, ele é o fecho da atividade prática. No nosso caso, a gente quer que [o estudante] faça relações com coisas teóricas... que ele não viu nesse experimento. [...] Não adianta tu fazeres a parte prática e dizer assim: ‘ah, tá, foi isso que aconteceu, entendi o que aconteceu’, ponto, acabou. Porque aí a ciência não anda. [...] O resultado de um trabalho, ele é prático e ele é teórico também, as coisas aí se fusionam.”

“No momento em que ele está fazendo o relatório, que é uma atividade que ele executou, com resultados que ele obteve [...] empiricamente [...] isso é completamente diferente de ele pegar um resultado [pronto].”

P3 sobre os relatórios de atividades práticas.

Os dois relatórios são elaborados com base nos dados obtidos a partir dos cruzamentos realizados nas aulas práticas e incluem as características da *Drosophila melanogaster* como organismo modelo, também estudadas na disciplina. Essas atividades compõem grande parte da nota prática e são desenvolvidas em grupos. Nas falas das professoras é evidenciado que, para elas, ao fazerem os cruzamentos, os estudantes produzem seus próprios dados e simulam o que os cientistas fazem em suas pesquisas.

As justificativas dadas, para valorização da obtenção dos dados nas práticas, são relacionadas à eliminação de dados artificiais e ao aumento da credibilidade no fenômeno que está sendo observado pelos estudantes. Porém, os cruzamentos planejados também são artificiais em alguma medida, já que os resultados que serão obtidos são conhecidos e as condições nas quais o fenômeno acontece são controladas. Isto não invalida de forma alguma o modelo, mas implica pensar o que as professoras desejam que aconteça durante as práticas.

Destaco a fala de P1 sobre a vivência do aluno nas aulas práticas, que retoma a busca das professoras por uma aprendizagem que desenvolva a capacidade do estudante de estabelecer relações amplas com os conteúdos, e assim ter uma melhor compreensão da realidade. A *visão um pouco mais ampla*, que a professora afirma que as atividades práticas proporcionam, não é vinculada à própria atividade, mas

depende dos conhecimentos prévios de cada estudante e da complexidade de sua estrutura cognitiva. Se não existirem conhecimentos prévios relevantes para o desenvolvimento de relações complexas, o modelo utilizado pode ser entendido pelo estudante como a observação de um fenômeno exclusivo, e assim, deixa de ser modelo.

O relatório exigido dos estudantes segue uma estrutura e um padrão de formatação próximos aos de artigos científicos, para que os estudantes exercitem esse tipo de produção. Deste modo, é possível entender porque as professoras valorizam a obtenção de dados *reais*, já que na pesquisa da área de CB, cada pesquisador deve desenvolver o seu projeto para investigar o fenômeno de interesse, obtendo dados para análise. As correções dos relatórios são feitas de forma detalhada e consideram o conteúdo apresentado, bem como a organização e formatação do trabalho, já que há orientações explícitas para sua elaboração. Além de proporem o estudo de um organismo modelo, as próprias práticas podem ser consideradas um modelo de investigação científica, que culmina na publicação dos resultados, treinando os estudantes para serem pesquisadores.

A avaliação na disciplina inclui também uma nota de atividade de PPCC. Essa nota é a que menos contribui na nota final, pois compõe a nota prática junto com os relatórios. A disciplina é comum aos cursos de licenciatura e bacharelado e a carga horária de PPCC adquire importância por se tratar de um momento em que os estudantes poderiam refletir sobre a prática docente, seja como professores do ensino formal ou como educadores em outros espaços, como proposto no projeto pedagógico do curso. As professoras P2 e P3 são responsáveis pelo desenvolvimento da atividade de PPCC, o que deve ter influenciado para que apenas elas falassem a respeito dessa avaliação.

“[Na] PPCC [...] eles pegam notícias e a gente faz uma apreciação crítica dessas notícias. A parte genética da notícia tem que ter a ver com algum conteúdo dado na disciplina, então eles têm que ler uma notícia e fazer relação com os conteúdos dados na disciplina para selecionar as notícias. No final do semestre a gente seleciona algumas notícias e aí vai fazer uma discussão, uma apreciação crítica daquilo ali. Então eles aprendem [...] a ter esse olhar crítico, sobre o que é falado sobre genética na mídia... a olhar as coisas de uma outra maneira, não só [...] aceitar o que é colocado, mas aprender a olhar com um olhar mais crítico e relacionar com o que eles estão aprendendo.” P2 sobre a PPCC.

“As Práticas Pedagógicas como Componente Curricular, a gente tem feito em uma modalidade um pouco diferente ultimamente, [...] e a gente acha que tem funcionado bastante bem. É [...] pegar matérias, na mídia em geral, que envolvam algum conteúdo da disciplina, e analisar aquilo ali sob o ponto de vista de como que, na condição de professor, aplicaria ou deixaria de aplicar. [...] De qualquer maneira, esse é um modelo de avaliação”.

P3 sobre a PPCC.

A proposta de PPCC da disciplina é voltada ao ensino de genética e pode propiciar discussões que favoreçam conexões entre os conteúdos, se estes não forem tratados de forma isolada nos materiais analisados. A aprendizagem significativa pode ser favorecida na PPCC por exigir dos estudantes a percepção dos conteúdos em contextos diferentes das atividades da disciplina e permitir que utilizem materiais diversificados. Nas discussões que finalizam a atividade, é possível às professoras identificarem como cada estudante percebe os conteúdos específicos de genética no cotidiano e quais relações estabelecem.

As atividades foram discutidas individualmente, mas compõem um conjunto que faz parte do processo de ensino e aprendizagem na disciplina. Cabe ressaltar que “nenhum resultado educacional é bom ou mau em si e por si. O valor só pode ser considerado em termos de saber até que ponto preenche os fins que tentamos alcançar frente à educação” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 501). Assim, por mais que o formato das atividades avaliativas possa ser discutido, a essência da avaliação está, de fato, nos objetivos educacionais de cada professora ao elaborar e propor essas atividades. A avaliação deve permitir que os estudantes sejam acompanhados durante o seu progresso e no término do processo educacional, de modo que, na existência de resultados insatisfatórios, adequações possam ser feitas para favorecer a aprendizagem. “Desta forma, um programa de avaliação realmente adequado não mede apenas a extensão na qual o rendimento do aluno preenche os objetivos educacionais, mas também tenta explicar o rendimento não satisfatório, independente de sua origem” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 502).

4.4 OBJETIVOS DAS AULAS PRÁTICAS

Esta seção finaliza o capítulo tratando dos objetivos que as professoras atribuem às aulas práticas. As falas aqui expostas

originaram-se de duas categorias de análise, que se concentraram em identificar a importância das atividades práticas, primeiro, para a aprendizagem de conteúdos da disciplina (para que) e, segundo, para a formação profissional dos estudantes (para quem). As respostas das professoras sobre a importância atribuída à realização das atividades práticas com *Drosophila* foram semelhantes, como pode ser percebido nas falas que seguem.

“A importância para mim está relacionada, primeiro, ao resultado que eu acredito que seja bom. [...] Os alunos aproveitam bem essa prática, eventualmente eles acham difícil contar as moscas, eventualmente eles reclamam do trabalho, mas sempre, no final do semestre, a gente tem avaliações positivas a respeito do resultado no aprendizado. Então, isso eu acho que é um ponto principal. O segundo ponto é fazer com que eles trabalhem com uma metodologia que é, de fato, uma iniciação científica. Que é produzir os dados no laboratório [e], a partir daqueles dados, tentar responder algumas perguntas que foram inicialmente feitas quando a gente estabelece o cruzamento. E, através da metodologia, então, responder àquelas perguntas, e quando as perguntas não se encaixam com as respostas esperadas, discutir isso de uma maneira apropriada. Então [...] esse é um segundo ponto extremamente importante da prática. Porque aqui é uma das poucas [disciplinas], eu acho, que a gente tem no nosso curso de graduação, que realmente faz com que o aluno seja apresentado para uma iniciação científica em um laboratório de aula prática.”

P1 sobre a importância das atividades práticas com *Drosophila*.

“Eu acho que foge daquele mundo teórico só, porque senão, fica tudo muito teórico lá na sala de aula, [...] Tu olhas aquilo que é dado lá, olhas os slides e pronto. Daí alguém faz algumas perguntas e é isso, [...] fica só decoreba [...]. Então quando [os estudantes] têm a oportunidade de fazer uma aula prática, eles vão estar trabalhando com um organismo biológico, e [podem] ver essa outra parte do cruzamento: ‘e se der errado? Será que vai sempre dar certo o meu experimento?’. [...] Se eles pretendem trabalhar também como pesquisadores, vão ter que aprender a trabalhar com essa parte frustrante, quando o experimento dá errado, e a pensar [...] porque deu errado. Então é uma oportunidade [...] para trabalhar o senso crítico do aluno também. E trabalhar com organismo vivo [...], vai

ter coisa que vai funcionar, mas vai ter experimentos que podem não dar certo, como qualquer outro experimento”.

P2 sobre a importância das atividades práticas com *Drosophila*.

“Eu idealizo [...] que o cara ao fazer isso, ele chegue e dê um click dentro dele e diga: ‘que legal isso aqui! Como é que o cara conseguiu sem todo esse aparato que eu tenho hoje, fazer isso sozinho, no meio de um mosteiro, há quase cento e cinquenta anos atrás?’. Então, começar a entender e fazer um link de que outras coisas que ele vai aprender na ciência não são simplesmente pacotes fechados que estão dando para ele. [...] Eu espero que o cara entenda a lógica da ciência, a partir desta vivência que ele está tendo. Se ele amarrar isso aí com outras vivências, que ele está tendo em outras disciplinas, eu acho que ele passa a ser um cientista mais crédulo e, principalmente, que a ciência não é uma coisa perfeita. Ele pode, mesmo sem fazê-lo, saber que aquilo é manipulável, que as pessoas podem... ao publicar os seus resultados distorcer para o lado que bem entender. [...] E aí o que que acontece, o cara faz, o cara vivencia, ele trabalha, ele vê que não dá exatamente aquilo que se esperava, mas ele vê que aquilo abre outras portas para refletir sobre um assunto.”

P3 sobre a importância das atividades práticas com *Drosophila*.

As práticas são importantes para as professoras por favorecerem a aprendizagem dos conteúdos, utilizando materiais diversificados e, principalmente por proporcionar ao estudante a vivência do método científico. A partir das falas das professoras, entendo que as aulas práticas simulam uma investigação científica, seguindo os procedimentos para produção de conhecimento científico testado, comprovado e seguro. O uso de atividades de laboratório

como meio de ensino implica mais do que contato *direto* e observação de objetos e eventos. Envolve também, enquanto diferente da demonstração e do exercício observacional, a experiência da descoberta e a relação com aspectos do processo científico, tais como formação e testagem de hipóteses, projeto e realização de experimentos, controle e manipulação de variáveis, e possibilidade de fazer inferências a partir de dados (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 314, grifo do autor).

Estes autores ainda destacam que conteúdo científico a ser trabalhado deve ser de responsabilidade do professor e dos livros, ficando o laboratório apenas com o compromisso de apreciação do método científico.

O laboratório proporciona um tipo artificial de descoberta, que é muito diferente das verdadeiras atividades de descoberta autônoma do pesquisador acadêmico e do cientista. Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 315) destacam que:

antes que os estudantes possam descobrir generalizações eficientemente, o problema deve ser estruturado para eles, e os processos e métodos disponíveis para manipular os dados devem ser habilidosamente “arranjados” por outros, ou seja, simplificados, seletivamente esquematizados e continuamente organizados, de tal forma a tornar quase inevitável a descoberta final.

Para os autores, experimentar o laboratório é uma estratégia útil e necessária para a compreensão da ciência. Mas os métodos de laboratório podem ser usados somente onde a metodologia implícita e os princípios substantivos são perfeitamente entendidos, para que não sejam seguidos mecanicamente.

Durante as entrevistas perguntei às professoras se as práticas realizadas estão no contexto da aprendizagem por descoberta, ou se as atividades seriam de verificação ou comprovação da teoria. Diante das respostas dadas, questionei qual a importância dessas atividades para os estudantes.

“Eu falo verificação inicialmente, porque obviamente que a gente já sabe quais são os padrões envolvidos. E eu sei que [os estudantes] também podem ir na bibliografia e checar isso. Mas eu posso ter [...] um mutante novo [...] e ele, através dos experimentos, [...] pelos resultados dele, conseguiria descobrir, em um sentido de que ele vai poder produzir aquele resultado. Mesmo que não seja algo publicável, porque não é inédito, mas ele não precisa ir na fonte para descobrir o padrão de herança. [...] Então é nesse contexto que eu estou usando essa palavra descoberta, que no fundo não deixa de ser, para todos aqueles padrões que já foram descritos, apenas uma averiguação, uma verificação.”

“Eu acho que é fundamental, para que a coisa não pareça apenas um modelo teórico. Embora, [...] depois no final da disciplina a gente comente que esses experimentos eles são escolhidos a dedo, assim

como foram os experimentos de Mendel [...] Então por mais que, no dia a dia, o que eles vão se deparar em termos de padrão de características não seja esse padrão monogênico, é fundamental que eles tenham a compreensão, primeiro de uma etapa mais simplificada, para depois conseguir, através dessa simplificação, conseguir entender modelos um pouco mais complexos.

P1 ao ser questionada sobre aprendizagem por descoberta nas práticas.

“Eu acho que na maior parte do tempo... no contexto de comprovação sim. Pode ter momentos de descoberta sim [...]. Às vezes aqueles alunos que [...] tem o olhar mais crítico e prestam atenção a determinados detalhes, [...] descobrem algumas coisas diferentes [...] e começam a questionar determinadas coisas que podem surgir ali no contexto da aula prática. [...] O que eu acho interessante é que às vezes tu nem chegou a comentar, trabalhar tanto isso e um aluno já percebe.”

“Eu acho que justamente [...] sair do mundo teórico só, sair sempre daquela coisa teórica da disciplina, engolir aquilo ali: ‘ah, está no livro que dá assim, então vou aceitar, no livro [...] diz que Mendel fez o experimento e que dá esse resultado, então vou aceitar, está escrito no livro de Genética então eu acredito que é assim’. [...] Ai ele tem a oportunidade de ver que: ‘bom, como é que chegou àquele resultado ali?’, e ele faz a construção do raciocínio junto, experimentalmente, usando um outro organismo.”

P2 ao ser questionada sobre aprendizagem por descoberta nas práticas.

“A gente gostaria que fosse descoberta, e eu acho que alguns alunos chegam à descoberta, outros apenas vão verificar [...]. Eu acho que é possível, que com esse tipo de experimentação, o aluno descubra, mas nem todo mundo está suficientemente sensibilizado e interessado em fazer, então aí ele vai ter que simplesmente confrontar com o que já existe, aí ele vai verificar apenas.”

P3 ao ser questionada sobre aprendizagem por descoberta nas práticas.

As professoras apontam que deve haver uma predisposição dos estudantes para fazerem descobertas, mas diante do exposto, o

planejamento das atividades é questão fundamental para que o estudante consiga apreciar o método científico pelo qual os conhecimentos da genética foram produzidos. As professoras foram induzidas a utilizarem os termos *verificação* e *comprovação*, para se referirem ao processos que contrapõem a aprendizagem por descoberta, por terem sido mencionados de antemão nas perguntas das entrevistas. Mas independente do termo que as professoras utilizaram para definir o processo que acreditam ocorrer, as atividades práticas da Genética Clássica são planejadas buscando proporcionar aos estudantes a vivência de cada etapa do método científico, o que possivelmente resulta em uma descoberta artificial.

4.4.1 As práticas e a formação profissional

Na parte final das entrevistas, busquei identificar qual a formação que as professoras pretendem para os estudantes que cursam a disciplina. Para tal, fiz questionamentos que denotassem a opinião das professoras a respeito da contribuição das práticas para formação profissional dos estudantes, e da contribuição da disciplina, de maneira geral, para a formação do bacharel e do licenciado.

“O fato de a gente trabalhar com um organismo modelo, o fato de a gente ter uma série de vias que são conservadas evolutivamente, eu acho que isso mostra o processo evolutivo, de que maneira ele aconteceu. [...] Eu acho que o fato de a gente conseguir reproduzir um trabalho científico, tentando fazer com que os relatórios se aproximem de um molde de publicação, [...] é uma coisa vantajosa. Eu acho que tem várias coisas que foram pensadas nessa disciplina para produzir um resultado harmônico.”

P1 sobre a contribuição da prática para a formação profissional do estudantes

“O biólogo se diferencia de todos os outros profissionais porque ele tem um conhecimento a respeito do processo evolutivo [...]. Então nós temos esse conhecimento, que nos diferencia dos demais, e obviamente a gente não tem como entender evolução sem entender genética. Então eu acho que, sem dúvida nenhuma, é muito importante. E pro professor, não tenho dúvida [de que é importante], porque se o professor de Biologia for um cara que se preocupa com o aprendizado, uma das ideias é que ele considere evolução como eixo integrador. Então a única maneira de ele conseguir fazer isso é

justamente se ele conseguir fazer as pontes entre a Genética Clássica, a Citogenética, a Genética Molecular, a Ecologia, o Desenvolvimento, e tudo isso.”

P1 sobre a contribuição da disciplina para a formação do biólogo/professor.

“Eu acho que contribui para a formação profissional deles, [...] não só como professores, para aqueles que forem fazer licenciatura, mas acho que principalmente para eles como biólogos. Independente de ser biólogo com bacharelado ou biólogo licenciado. Como biólogo no sentido de aprender a desenvolver um trabalho científico, um experimento, [...] e depois pensar sobre os resultados que obteve [...], o que deu certo e o que não deu e como eu estruturei um relatório sobre esses resultados. Então acho que acaba contribuindo [...]. Independente se o aluno vai ser bacharel ou se vai fazer licenciatura.”

P2 sobre a contribuição da prática para a formação profissional do estudante

“[A contribuição] seria nesse sentido de estimular o desenvolvimento do olhar crítico e pensamento científico para o aluno. Independente de como ele vai aplicar isso, porque ele dentro da sala de aula, ele vai estar desenvolvendo pensamento científico, pensamento crítico e tentar estimular os alunos a fazerem isso. Então independente de onde ele vai estar atuando depois, ele precisa ter isso. E para o dia a dia dele também como cidadão, aprender a olhar as coisas sob um olhar crítico e não aceitar tudo sempre. Porque essa pessoa vai ter uma formação, ela tem determinado conhecimento, ela tem como olhar as coisas sob um olhar crítico e não necessariamente aceitar tudo porque está lá escrito que é assim e pronto. É também formar o cidadão crítico que pensa pela sua própria cabeça e que não necessariamente aceita tudo [...] e não sai atrás para se informar.

P2 sobre a contribuição da disciplina para a formação do biólogo/professor.

“Para o professor, a vivência dessa parte experimental é importante para ele saber como é que se faz, porque aí se ele vai ter que ensinar alguma coisa sobre [uma teoria], [...] ele fez, ele experimentou

outras coisas e ele sabe a lógica e o raciocínio do pesquisador. E para o biólogo é um outro enfoque, é a discussão crítica que todo mundo vai acabar fazendo, mas ele como profissional vai ter que amarrar coisas. [...] Então acho que a parte experimental, a vivência da ciência, seja como instrumentação para quem vai ser um instrumentador um dia, vai trabalhar com isso, ou mesmo para quem não vai nunca mais ver aquilo, mas vai ter que transmitir conhecimentos, acho que é absurdamente importante isso.”

“Eu espero que isso contribua para a formação do meu aluno... se ele entender o que é... a instituição ciência, que ele está entrando nessa seara, e [se] ele consegue entender essa lógica, ele vai parar de ser um mero crédulo, ele vai ter que ter, criar sempre argumentos... para defender as suas ideias, a se questionar”.

P3 sobre a contribuição da prática para a formação profissional dos estudantes.

“O profissional que eu gostaria de ajudar [a] formar é um biólogo pensador, em qualquer área da Biologia, crítico, que valorize o método, que seja observador, porque eu acho que seja uma exigência da profissão. [...] Não acho que seja observação para tudo, mas [para] quem quer fazer ciência, eu estou imaginando que o aluno que entrou para Biologia ele quer ser biólogo. [...] O professor antes de mais nada tem que ser biólogo.”

P2 sobre a contribuição da disciplina para a formação do biólogo/professor.

Quando falam da contribuição das práticas para a formação profissional, as professoras exprimem opiniões bastante semelhantes, evidenciando a importância que atribuem ao domínio do método científico pelos estudantes, que atuarão na pesquisa ou no ensino. Entendo que o cientista é o profissional que as professoras pretendem formar a partir das atividades práticas. Essa formação vai ao encontro do perfil formativo profissional proposto no PP do curso, que prevê um profissional familiarizado com o conhecimento e a metodologia científica.

O PP se baseia no parecer CNE/CES 1.301/2001 e destaca as atividades de laboratório, com adequada instrumentação técnica, e a formação de competência na produção do conhecimento científico. Especificamente sobre a formação de professores, o PP destaca o parecer CNE/CP 009/2001, que enfatiza o conhecimento dos métodos de investigação usados nas diferentes ciências como forma de garantir a

autonomia docente. Então, percebo que o domínio do método científico é tido como requisito, tanto para a formação profissional indicada pelo curso, quanto para a formação profissional que as professoras pretendem para os estudantes. Fica claro que para os estudantes dominarem o método científico, eles precisam vivenciá-lo. A vivência do método científico foi apontada pelas professoras como a maior perda que os estudantes teriam se a prática não fosse mais realizada na disciplina, reforçando o valor conferido à formação do cientista.

Sobre a contribuição da disciplina para a formação do biólogo ou do professor, é possível perceber que a resposta de P1 evidencia elementos vinculados ao conteúdo de genética para a compreensão de aspectos evolutivos, que para a professora são o eixo da formação. Já as respostas das professoras P2 e P3 salientam a formação crítica como aspecto central da formação do cidadão, antes de ser um biólogo ou um professor. Essa diferença entre as respostas das professoras pode sugerir que pelo fato de as professoras interagirem com a disciplina de formas diversas, seus objetivos se concentrem mais no âmbito da teoria ou da prática, já que P1 atua exclusivamente em aulas teóricas, enquanto P2 e P3 ministram as aulas práticas.

4.5 PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NA DISCIPLINA GENÉTICA CLÁSSICA

A aprendizagem significativa crítica propõe onze princípios facilitadores, com o objetivo de auxiliar os professores a desenvolverem sua prática para favorecer a aprendizagem dos estudantes. Apesar de as professoras de Genética Clássica não terem a aprendizagem significativa crítica como um objetivo educacional, alguns destes princípios podem ser relacionados às atividades contempladas pela disciplina. O Quadro 4 apresenta possíveis relações entre os princípios da aprendizagem significativa crítica e os dados obtidos a partir do contexto da disciplina de Genética Clássica. Alguns princípios podem ser relacionados aos mesmos elementos identificados e analisados na disciplina. Deste modo, os princípios 2, 4 e 11 estão agrupados por tratarem do posicionamento dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Já os princípios 3 e 10 constituem um grupo de análise no qual é salientada a importância de materiais diversificados durante as aulas. Os princípios 6 e 8 foram agrupados por considerarem aspectos cognitivos que não podem ser diretamente percebidos pelo professor. O último grupo reúne os princípios 7 e 9 por estarem relacionados a não existência de respostas certas, nem de resultados definitivos, ressaltando a importância de se

discutir o processo de construção do conhecimento científico. Os demais princípios foram considerados separadamente.

Quadro 4 - Relações identificadas entre os princípios da aprendizagem significativa crítica e as atividades da disciplina de Genética Clássica.

Princípio	Potencial identificado em Genética Clássica
1. Conhecimento prévio	<p>As falas das professoras sobre a organização da disciplina indicam que suas concepções de aprendizagem estão relacionadas à inclusão de conteúdos de forma ascendente, sendo necessário o entendimento de certos conceitos para que a disciplina avance. O estabelecimento de uma hierarquia conceitual, pressupondo conhecimentos diretamente relacionados, pode estar próxima da definição de subsunçores de Ausubel. Determinados conteúdos precisam ser entendidos antes de outros, configurando um conjunto de conhecimentos prévios que o estudante precisa ter. Além da hierarquia conceitual dentro da disciplina, outros conhecimentos prévios são importantes para a aprendizagem. Os conhecimentos desenvolvidos em disciplinas anteriores dentro do curso de CB podem auxiliar no entendimento de conceitos da disciplina. Também são relevantes os conhecimentos de genética adquiridos no Ensino Médio e em situações cotidianas dos estudantes, que servem de subsunçores para os novos conteúdos, podem facilitar ou dificultar a aprendizagem de acordo com as relações estabelecidas.</p>
2. Interação social e questionamento 4. Aprendiz como perceptor/representador 11. Abandono da narrativa	<p>As atividades no laboratório são focadas na elaboração de perguntas, ao invés de as professoras ficarem restritas a aulas expositivas. Os resultados dos experimentos com <i>Drosophila</i> são conhecidos pelas professoras, porém para a elaboração dos relatórios de aula prática, os estudantes acompanham cada etapa dos cruzamentos para buscarem resolver o problema dado e satisfazer uma hipótese elaborada por eles mesmos. Ao fazerem perguntas e discutirem suas observações com as professoras, os estudantes</p>

podem utilizar seus conhecimentos prévios de forma não arbitrária e não literal. Nas aulas expositivas, frequentemente as professoras questionaram os estudantes sobre o que estava sendo apresentado, buscando interagir com os estudantes e estimular o questionamento. Potencialmente proporcionando o envolvimento efetivo dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem, tirando o foco das professoras como detentoras do conhecimento e passando aos estudantes a possibilidade de construir os seus próprios significados.

<p>3. Não centralidade do livro de texto</p> <p>10. Não utilização do quadro de giz</p>	<p>Os conteúdos desenvolvidos na disciplina estão distribuídos em pelo menos três livros de genética, não ficando restritos a uma única referência. Muitas aulas observadas não se limitaram a exposição do conteúdo em slides, diversos materiais educativos foram utilizados, como análise de notícias, resolução de problemas, seminário, simulações e os cruzamentos com <i>Drosophila</i>.</p>
<p>5. Conhecimento como linguagem</p>	<p>Pensando na formação de cientistas, os termos específicos da área de genética são amplamente utilizados e cobrados dos estudantes. Desta forma os símbolos e significados podem ser compreendidos e empregados de forma apropriada. A utilização de termos específicos pode facilitar a construção do conhecimento de genética, já que muitos conceitos são abstratos e sua definição está vinculada a expressões e termos restritos à área que, se não empregados de forma apropriada, podem ser facilmente identificados pelas professoras. A linguagem utilizada é capaz de fornecer às professoras indícios do tipo de aprendizagem que está acontecendo.</p>
<p>6. Consciência semântica</p> <p>8. Desaprendizagem</p>	<p>Por se tratarem de princípios abstratos e inerentes ao próprio sujeito, não há como indicar situações nas quais aconteçam. Sua existência deve ser considerada pelo professor durante o planejamento de suas aulas e atividades.</p>

7. Aprendizagem pelo erro

9. Incerteza do conhecimento

O desenvolvimento de vários cruzamentos com *Drosophila* propiciou a obtenção de alguns resultados diferentes dos esperados pelos estudantes. Durante as discussões com as professoras foi evidenciado que não havia um resultado correto, e sim que todo resultado deve ser analisado. Os desvios encontrados foram amplamente discutidos e hipóteses foram formuladas para tentar explicar os resultados obtidos. A compreensão sobre o processo de construção do conhecimento científico e a discussão dos elementos envolvidos na ciência como produção humana poderiam contribuir para a inserção deste princípio na disciplina em questão.

Fonte: A autora (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou identificar e analisar elementos que caracterizassem as aulas práticas com *Drosophila*, na disciplina de Genética Clássica dos cursos diurnos de CB da UFSC, como um material potencialmente promotor da aprendizagem significativa. Considerando que o favorecimento, ou não, da aprendizagem significativa está atrelado aos objetivos docentes, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com as professoras ministrantes da disciplina para identificar suas compreensões sobre as aulas práticas e entender quais os seus objetivos ao desenvolverem essas atividades.

A partir da observação direta, pude compreender a dinâmica das aulas práticas e identificar elementos importantes do processo de aprendizagem que acontece no contexto da disciplina. Os resultados permitiram analisar, a partir dos princípios da aprendizagem significativa crítica: a organização da disciplina e das aulas práticas a partir das concepções docentes; as justificativas das professoras para as atividades escolhidas; como elas relacionam teoria e prática e os seus objetivos com as aulas em relação ao conteúdo e à formação dos estudantes.

Os conteúdos específicos propostos em Genética Clássica estão organizados em ordem crescente de complexidade e inclusão. As professoras justificam a sequência dos conteúdos a partir da construção do conhecimento científico ao longo da história e, a lógica seguida parece estar tão clara para elas que duas professoras não consideram a possibilidade de utilizar uma sequência diferente. Essa ordem crescente é observada também na sequência das disciplinas de genética do curso de CB (Biologia Molecular I e Evolução, Citogenética, Genética Clássica, Biologia Molecular II e Genética Evolutiva). Entretanto, nesse caso, a manutenção da ordem crescente de complexidade e inclusão resulta na subversão da ordem pela qual os conhecimentos foram construídos historicamente, a fim de manter os conteúdos mais abrangentes no final do curso. Isto porque a complexidade tem a ver com o tipo de relação que deve ser estabelecida pelos estudantes para aprenderem o novo material de ensino. Como a teoria de Ausubel sugere, a apresentação inicial de conceitos mais gerais pode facilitar que os estudantes estabeleçam uma quantidade maior de relações entre os conhecimentos novos e os conhecimentos já existentes. A partir da compreensão de conceitos amplos, espera-se que os estudantes tenham mais subsunçores relevantes, ou que estes estejam melhor estabelecidos, para relacionar aos conceitos específicos apresentados depois.

A disciplina utiliza cruzamentos com *Drosophila melanogaster* como modelo para os padrões de herança que são estudados, sendo que os protocolos utilizados propõem a aplicação do método científico para o desenvolvimento das atividades. As professoras planejam as atividades com o intuito de estimular a discussão dos procedimentos realizados e eventos observados, para que os estudantes consigam estabelecer relações complexas entre os conteúdos da própria disciplina, conteúdos de outras áreas e do cotidiano. Porém, o atual modelo de ensino oferecido no curso, na universidade de maneira geral, e até mesmo em outros níveis de ensino, atribui ao estudante a tarefa de articular os conhecimentos de diferentes áreas, que são apresentados a ele como fragmentos desconectados, dificultando a aprendizagem, de forma que poucos conseguem estabelecer tais relações. Por outro lado, acredito que a proposição de atividades de PPCC que associem os conceitos de genética com as outras áreas das CB podem favorecer que os estudantes relacionem os conteúdos de forma mais ampla.

A partir das entrevistas e das observações, foi possível perceber que os objetivos das professoras com as práticas orientam os estudantes para uma formação bastante parecida com a que as mesmas tiveram. Considerando minha própria formação, acredito que muitas outras disciplinas estejam organizadas de forma a direcionar os estudantes para serem especialistas das áreas nas quais tais disciplinas estão inseridas. A formação em cada área de conhecimento algumas vezes parece se sobrepor à formação do bacharel e, principalmente, à formação do licenciado em CB. Percebo como uma possível explicação para isto, o fato de o conteúdo específico ser o meio e a finalidade do processo educacional. No caso da disciplina de Genética Clássica, percebe-se que a drosófila transita entre ser o modelo e o objeto de estudo.

As concepções de aprendizagem das professoras apresentam certa proximidade com a aprendizagem significativa, pois almejam que os estudantes compreendam processos e mecanismos que vão além dos conteúdos da disciplina. As atividades práticas são realizadas com o objetivo de proporcionar aos estudantes a vivência do método científico e, a partir delas, estabelecer relações complexas com os conteúdos da disciplina. Porém essas relações devem ser estabelecidas, em grande parte, pelos estudantes e, se as atividades práticas forem analisadas de forma isolada, podem ser reduzidas a técnicas, as quais os estudantes são capazes de realizar mecanicamente. As atividades avaliativas são a forma mais direta de as professoras obterem indícios do tipo de aprendizagem que acontece.

Ao analisar as avaliações realizadas, percebo que os objetivos

dos instrumentos avaliativos não contemplam as concepções de aprendizagem das docentes. A avaliação cumulativa pode criar blocos de conteúdos que são superados a partir de conceitos e técnicas específicas, sem necessidade de associação. Assim, ao contrário do que as professoras gostariam, os estudantes não precisam retomar grande parte dos conhecimentos aprendidos no início da disciplina para resolver problemas apresentados posteriormente, o que Ausubel descreve como a não integração de novas tarefas de aprendizagem com materiais anteriormente apresentados.

As falas das professoras indicam que a aprendizagem almejada está para além de conceitos e técnicas, no entanto as avaliações podem estar testando apenas a aplicação de conceitos e técnicas. As professoras buscam proporcionar a aprendizagem de conteúdos que produzam significados e que possam interagir com conteúdos já existentes, estabelecendo relações complexas, porém não pude perceber como isso se manifesta nos estudantes, assim como o que justifica as avaliações terem pesos diferenciados. As avaliações teóricas, de maior peso, parecem estar limitadas a conteúdos, sem contemplar competências, o que pode sugerir que esses aspectos são menos importantes que os conceitos específicos.

Sobre o uso de cruzamentos com *Drosophila melanogaster* como recurso, as professoras destacam a importância de proporcionar aos estudantes a descoberta artificial dos mecanismos de herança estudados. A *Drosophila* é o organismo modelo escolhido por estar adequado ao contexto da disciplina e, sobretudo, à realidade das professoras no que diz respeito às condições (formativas, estruturais e financeiras) existentes. Com a análise das atividades realizadas pelos estudantes, percebi que a *Drosophila* pode não estar sendo apenas um modelo de estudo. Isto porque, muitas questões de prova abordam situações envolvendo *Drosophila* ou questionam os estudantes sobre características específicas da mosca. A análise que realizei não me permitiu identificar como essas questões poderiam avaliar os conteúdos da disciplina sem restringirem os mesmos a eventos observados em *Drosophila*. Analisando os relatórios produzidos pelos estudantes, percebi que a atribuição conferida à *Drosophila melanogaster* como modelo, talvez seja sobreposta por uma posição de objeto de estudo, não ficando claro o limite entre a prática que ilustra a teoria e a prática que possibilita construir a teoria. Acredito que os relatórios podem tratar dos padrões de herança discutidos na disciplina, mantendo a descrição dos cruzamentos, de forma a evidenciar que os dados provêm de um modelo para os fenômenos observados em outros contextos e, possivelmente, os

estudantes seriam estimulados a buscar outras relações para discutirem o que foi observado.

Em vários momentos das entrevistas, as professoras P2 e P3 mencionaram que a formação crítica tem grande relevância para o estudante, em sua vida profissional e também como cidadão. Considerando a formação crítica um objetivo educacional das professoras de Genética Clássica, busquei relacioná-la à aprendizagem significativa crítica proposta por Moreira (2006, 2010). De acordo com as falas das professoras, a criticidade à qual se referem está vinculada à capacidade do estudante de perceber os conteúdos específicos de genética em contextos variados e avaliar se estão corretamente aplicados. A aprendizagem significativa crítica entende a criticidade de forma bastante ampla, relacionada à capacidade de compreensão da realidade a partir dos conhecimentos, com reflexo na atitude do estudante frente a situações do cotidiano. Apesar de haver uma divergência conceitual, percebo que alguns dos princípios da aprendizagem significativa crítica poderiam ser alcançados na disciplina, se as professoras tivessem esse objetivo.

Diante do estudo realizado, considero que as aulas práticas com *Drosófila* são um material potencialmente promotor da aprendizagem significativa, com o qual as professoras conseguiram criar situações facilitadoras dessa aprendizagem apesar de não terem esse objetivo. Entendo a realidade encontrada na disciplina como um modelo das situações que permeiam os diferentes contextos de ensino, com limites e determinantes que ultrapassam as concepções dos sujeitos envolvidos. Além dos objetivos preestabelecidos, almejo que esta dissertação proporcione reflexões, trazendo contribuições à prática docente e, conseqüentemente, à formação dos estudantes de CB.

Ao realizar este estudo, modifiquei as impressões que tinha a respeito da disciplina e das aulas práticas com *Drosophila*, na posição de estudante. Acredito que a disciplina tenha me proporcionado um aprendizado que, possivelmente não tenha sido pretendido pelas professoras que tive. Assim, percebo a importância de se adequar os objetivos educacionais com os recursos didáticos e os materiais de ensino utilizados. A realidade na qual está inserida a prática das professoras universitárias se aproxima, em alguns aspectos, à realidade que vivencio na educação básica. Ressalto a necessidade de se criar mais espaços que promovam a reflexão de questões que permeiam o ensino de ciências, neste caso, particularmente o ensino de Biologia, comuns aos docentes de todos os níveis educacionais.

A observação direta das aulas foi fundamental para a

construção do roteiro de entrevista. O estabelecimento de categorias de análise *a priori*, para elaborar as perguntas do roteiro e analisar os dados das entrevistas, foi um processo longo, complexo e bastante positivo, pois auxiliou no delineamento da pesquisa com foco no problema e objetivos propostos. Realizar as entrevistas foi uma experiência gratificante e, talvez, as reflexões feitas pelas professoras ao responderem as perguntas, já tenha sido uma contribuição deste trabalho.

As análises feitas incitam uma série de questões sobre o ensino de genética, a aprendizagem significativa, a prática docente e a formação no curso de CB. Por exemplo: como o uso de outros modelos pode contribuir para aprendizagem significativa de genética? Quais recursos didáticos são utilizados em disciplinas de genética de outros cursos? Como as práticas com *Drosophila* acontecem em outras universidades? Quais são os objetivos dessas práticas? Como os estudantes veem as práticas com *Drosophila*? Quais materiais os estudantes consideram ser potencialmente significativos? Qual aprendizagem os estudantes acreditam que acontece com as aulas práticas de Genética Clássica? Que tipo de formação os estudantes buscam no curso de CB? Quais as contribuições das aulas práticas na visão dos futuros licenciados e bacharéis? entre outras possíveis perguntas que podem ser feitas a partir da realidade aqui analisada, envolvendo diversos sujeitos, processos e fenômenos que interagem constituindo relações complexas. Esta pesquisa reflete um recorte teórico do amplo contexto da disciplina de Genética Clássica, a partir de uma pergunta em particular, objetivos específicos e análises limitadas. Além da formação acadêmica, buscou contribuir com a história da própria disciplina na UFSC, problematizar o ensino “teórico” e “prático” na formação profissional de professores e bacharéis em CB e indicar a relevância da formação continuada de docentes do Ensino Superior para aspectos pedagógicos.

Permanece a afinidade pela genética, mas com um interesse ainda maior no ensino formal dessa área de conhecimento. Continua o encantamento pelas drosófilas e por todo o potencial que possuem para contribuir com a produção e ensino de conhecimentos em diversas áreas. E aumenta a admiração pelas professoras da disciplina que, gentilmente, abriram as portas de suas salas e se mostraram totalmente disponíveis para contribuir com o presente estudo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. T. B. 2011. Percursos históricos de ensinas Ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138.
- ANDRÉS, M. M. Z.; PESA, M. A.; MOREIRA, M. A. 2006. El trabajo de laboratorio en cursos de Física desde la teoría de campos conceptuales. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 129-142.
- AUSUBEL, D. P., 2000. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. 1980. **Psicologia Educacional**. 1.ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 625pp.
- AZEVEDO, J. L.; COSTA, S. O. P. (org.). 1973. **Exercícios práticos de genética: para cursos de graduação e pós graduação**. v. 18. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 288 pp.
- BARATIERI, S. M.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R.; ROCHA FILHO, J. B. 2008. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em Química no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, v. 3, n. 3, p. 19-31.
- BRASIL. Parecer CNE/CES 1.301 de 06 de novembro de 2001, publicado em 07 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Ciências Biológicas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001c. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- _____. Parecer CNE/CP 09 de 08 de maio de 2001, publicado em 18 de janeiro de 2002. Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- CAMILLO, J.; MATTOS, C. R. 2010. **Nova luz sobre velhos**

problemas: atividades experimentais numa perspectiva cultural-histórica. Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia, 12 pp.

DE TONI, D. C.; MAESTRELLI, S. R.; MARRERO, A. R. 2014. O gene *yellow* das drosófilas. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 74-79.

DEMCZUK, O. M.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. 2007. Investigação das concepções espontâneas referentes a ciclo de vida e suas implicações para o ensino nas séries iniciais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. 6, n. 1, p. 117-128.

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

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. 2004. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 45-58.

FERREIRA, F. E.; LIMA, J. L.; SANTOS, M. C.; MARQUES, E. C. R.; VALADARES, B. L. B.; OLIVEIRA, M. S. 2010. “Cruzamentos mendelianos”: o bingo das ervilhas. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 5, n. 1, p. 5-12.

FERREIRA, R. J. 2008. Descomplicando a variabilidade genética - uma proposta de atividade interativa para o ensino de genética. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 3, n. 1, p. 8-10.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. 2001. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263.

GIACÓIA, L. R. D. 2006. **Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas**. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 78 pp.

GIL, A. C. 2008. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 200 pp.

GIL, A. C. 2010. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 184 pp.

GONÇALVES, F. P. 2009. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química**. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, Florianópolis, 234 pp.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.; PADILHA, I. Q. M.; WELLER, M.; SANTOS, S. 2010. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**. Barcelona, v. 9, n. 3, p. 657-668.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; OLIVEIRA, S. F.; AKIMOTO, A.; HIRAGI, C.; BARBOSA, L. S.; ROCHA, D. M. S.; CORREIA, A. 2008¹. Combinar e recombinar com os dominós. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 3, n. 2, p. 1-7.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; OLIVEIRA, S. F.; MOREIRA, A.; PEDROSA, H.; CORREIA, A. 2008². Dinâmica dos alfinetes no ensino da genética de populações. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 3, n. 2, p. 42-46.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. 2003. Pluralismo metodológico no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. 2005. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 7, n. 3, 16 pp.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. 2005. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 99 pp.

MANZINI, E. J. 2008. **A entrevista na pesquisa em Educação e Educação Especial: uso e processo de análise**. Trabalho de livre-

docência em Educação, UNESP, Marília, 17 pp.

MATOSO, C. M.; FREIRE, A. M. M. S. 2013. Percepções de alunos sobre a utilização de tarefas de investigação em aulas de química. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 15-28.

MINAYO, M. C. S. (org.). 2001. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 80 pp.

MIYAKI, C. Y.; MORI, L.; ARIAS, M. C. 2007. Dos genes aos fenótipos. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 10-13.

MONTE SIÃO, José Franco. 2013. **Os estudos com drosófilas no Instituto de Biociências da USP nas décadas de 1940 e 1950: entrevistas com docentes**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, USP, São Paulo, 184 pp.

MOREIRA, M. A. 1997. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. In: Moreira, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L. (orgs.). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, Espanha, p. 19-44.

MOREIRA, M. A. 2006. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, 15 pp.

MOREIRA, M. A. 2010. **Aprendizagem significativa crítica**. 2. ed. Editora do Autor, 24 pp.

MOREIRA, M. A. 2011. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 179 pp.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. 2011. **Aprendizagem significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 111 pp.

PACHECO, D. 1997. A Experimentação no Ensino de Ciências. **Ciência & Ensino**. Piracicaba, n. 2, p. 10.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. D. C. 2005. Concepções prévias de alunos do terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de

Genética. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 7, n. 3, 20 pp.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. 2009. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 13 pp.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. 2002¹. Problema, teoria e observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em Ciência. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 8, n. 1, p. 127-145.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. 2002². A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 8, n. 2, p. 253-262.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J. P.; GROULX, L. H.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. **A pesquisa Qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos** (pp. 215–153). Petrópolis: Vozes, 464 pp.

REIS, T. A.; ROCHA, L. S. S.; OLIVEIRA, L. P.; LIMA, M. M. O. 2010. **O ensino de genética e a atuação da mídia**. Anais do V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, Maceió, p. 1-8.

RIVAS, P. M. S.; PINHO, J. D.; BRENHA, S. L. A. 2011. Experimentos em Genética e Bioquímica: motivação e aprendizado em alunos do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Maranhão. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. São Paulo, v.4, n. 1, p. 62-75.

RODRIGUES, R. F. 2012. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino de genética: um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, v. 7, n. 2, p. 53-66.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. 2013. Metacognição e as atividades experimentais em Física: aproximações teóricas. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 95-111.

SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. 2010. 2010: um século de *Drosophila* na genética. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 5, n. 2, p. 42-47.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. 2008 As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, 22 pp.

TRIGO, F. R.; MORA, I. M.; COUTO, R. M.; BARBIERI, M. R. 2014. Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 2-11.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Curso de Ciências Biológicas. Relatório Final de Atividades da Comissão da Reforma Curricular. Florianópolis, 2005.

ZÔMPERO, A. F.; PASSOS, A. Q.; CARVALHO, L. M. 2012. A docência e as atividades de experimentação no ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 43-54.

APÊNDICE A**Roteiro de observação das aulas de Genética Clássica (BEG7035)**Data: _____ Aula Teórica Prática Turma: _____

Professora: _____

Conteúdo da aula: _____

1. Sequência da aula:

2. A professora e o conteúdo:

3. Os estudantes e o conteúdo:

4. A professora e os estudantes:

5. A interação entre estudantes:

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado com as professoras entrevistadas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
<http://ppgect.ufsc.br/>



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) professor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo intitulado “As aulas práticas de Genética Clássica: cruzamentos com *Drosophila* como recurso didático”, que tem por objetivo **investigar quais elementos da aula prática podem favorecer a aprendizagem significativa** no curso diurno de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os resultados obtidos por esta pesquisa irão auxiliar na construção de conhecimento a respeito do ensino de genética e a contribuição do uso de atividades práticas no nível superior, tema que é pouco abordado na área de pesquisa em Educação em Ciências.

Caso aceite participar da pesquisa, você será convidado a **responder uma entrevista** de acordo com sua disponibilidade de tempo e no local que preferir.

Sua participação é voluntária e anônima e este trabalho não prevê, em princípio, nenhum risco a você. Entretanto, ressaltamos que esta pesquisa trata sobre questões relacionadas à prática profissional docente na universidade e isto pode causar algum desconforto caso você não se sinta a vontade para falar sobre o assunto.

É importante ressaltar que você tem liberdade para recusar a participação neste trabalho ou abandoná-lo a qualquer momento.

A responsável por esta pesquisa é a mestranda **Indjara Probst**, telefone (48)88599123 e e-mail indjara@gmail.com, a qual se compromete a esclarecer quaisquer dúvidas em relação ao projeto e/ou seus procedimentos.

Informo o contato do Programa de Pós-Graduação caso queira alguma informação suplementar: Programa de Pós-Graduação em

Educação Científica e Tecnológica, corredor C, Blocos modulados
CFM/UFSC, tel: 37214181, ppgect@contato.ufsc.br.

Obrigada por sua colaboração,

Indjara Probst
(pesquisadora responsável)

Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli
(orientadora responsável)

DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE

Declaro ter sido suficientemente informado(a) a respeito da pesquisa “As aulas práticas de Genética Clássica: cruzamentos com *Drosophila* como recurso didático” e sobre o seu desenvolvimento.

Declaro igualmente meu aceite e concordância em participar da mesma.

Florianópolis, _____ de novembro de 2015.

Nome do(a) participante: _____

Assinatura do(a) participante: _____

APÊNDICE C

Roteiro de entrevista semiestruturada

Entrevista Professoras de Genética Clássica		
Quem	Formação inicial	Fale um pouco sobre sua trajetória até aqui
		Como chegou a professora de Genética Clássica? Escolheu ou herdou?
		Já havia pensado em ministrar essa disciplina? Por quê?
		Como a disciplina contribui para a formação profissional do aluno no curso?
O quê	O que entende por parte teórica e prática	Como está organizada a disciplina? Por quê?
		Como foi definida essa divisão das aulas teóricas e práticas?
	Qual protocolo é utilizado?	Muitas vezes é salientado que na disciplina existe teoria e prática, fale um pouco sobre isso
		Tudo que acontece no laboratório é prática?
		Quais atividades são realizadas na parte prática?
		Como a parte prática está relacionada à teórica?
		Então a parte prática comprova a teoria?
Por quê	Por que esse protocolo foi escolhido?	Como foi definida a dinâmica da disciplina?
		A estrutura da disciplina é mantida por herança? Já foi reformulada?
	O que motivou a realização da	Como foram definidas as atividades da parte prática?

	prática?	
		Por que essa sequência de atividades foi escolhida?
		Qual a origem do protocolo?
		No que, exatamente, a parte prática difere da teórica?
		Como acontece a vivência do aluno na parte prática?
		Se o relatório é uma produção escrita, como se pode distinguir ainda teoria e prática?
Para quem	Qual a importância da prática de maneira geral?	Qual a importância de se realizar uma prática como essa?
		É comprovação ou descoberta?
		Os conceitos são dados de anteriormente na teórica, então o que é descoberto?
		Por que é importante para o aluno o momento de comprovação da teoria?
		O aluno ver na prática o que acontece garante que ele aprendeu?
	Qual a importância de cada etapa da prática?	Quais os objetivos de cada etapa da prática?
		Os objetivos vão além dos conteúdos, então qual seria o objetivo da prática?
		Você substituiria a prática por outro recurso? Por quê?
		O que o aluno perderia ou ganharia?
		Algum conteúdo é restrito à prática?
		Os seus objetivos com a prática são os mesmos do protocolo?

Como	Sobre os conteúdos previstos para a disciplina	Como os conteúdos estão organizados na disciplina?
	Organização dos conteúdos	Quem definiu essa sequência?
		Como a sequência contribui para o aprendizado do aluno?
		Os conteúdos poderiam ser desenvolvidos sem a parte prática? Como?
	Como estão relacionadas teoria e prática?	O que você acha da atual organização dos conteúdos?
		Como essa organização interfere na aprendizagem dos alunos?
		O que é aprender?
		Como é planejada a avaliação?
		As provas e relatórios possuem grande peso na nota, quais os critérios utilizados na correção das avaliações?
		Você já ministrou essa disciplina mais de uma vez, você percebe alguma dificuldade nos alunos? Como você lida com elas?
Para quem	Quem pretende formar?	Você realizou essa prática quando era aluno? Como foi essa vivência?
		Como influenciou sua prática docente? É diferente ou não?
	Quem o curso de CB pretende formar?	Como a prática pôde contribuir para sua formação profissional?
	Como a prática pode contribuir para essa formação?	Como a prática pode contribuir para formação profissional dos seus alunos?

		Quem é o profissional que você pretende formar?
		Considerando a contribuição da disciplina para o curso, como você descreveria, em poucas palavras, a contribuição dessa prática para formação do Biólogo/professor?
	Outros comentários	Você gostaria de falar mais alguma coisa?
		Gostaria de mudar alguma declaração?
		O que achou desse momento de entrevista?

ANEXO A

Plano de ensino da disciplina Genética Clássica (BEG 7035)

	<p align="center"> UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética Campus Trindade - CEP 88040-900 -Florianópolis SC Tel: 48 3721-9226/ 4760 </p>
PLANO DE ENSINO	
SEMESTRE - 2015.1	

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	TURMA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
			TEÓRICAS	PRÁTICAS	
BEG7035	Genética Clássica	05053/06053	2	2	72

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

P2
P1
P3

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
BEG7034	Citogenética

IV CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Ciências Biológicas

V. EMENTA

As leis básicas da Genética. Herança e ambiente. Interações genéticas. Determinação gênica do sexo e herança ligada ao sexo. Ligação, recombinação e mapeamento genético. Noções de herança quantitativa
--

e citoplasmática. Os genes nas populações. Frequências gênicas e genotípicas. O equilíbrio de Hardy-Weinberg.

VI. OBJETIVOS

Dar condições ao aluno de interpretar as leis e mecanismos que regem a hereditariedade, além de introduzi-lo ao estudo da Genética de Populações.

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. PROGRAMA TEÓRICO:

- Histórico e conceitos básicos em Genética.
- Princípios hereditários: Mono, di e poli hibridismo.
- Herança e ambiente. Pleiotropia, penetrância e expressividade.
- Determinação do sexo e heranças a ele relacionadas.
- Interações genéticas.
- Ligação, recombinação e mapeamento genético.
- Herança quantitativa.
- Herança citoplasmática.
- Os genes nas populações. Frequências gênicas e genotípicas. Variabilidade genética.
- O Equilíbrio de Hardy-Weinberg em locos autossômicos e ligados ao sexo.

2. PROGRAMA PRÁTICO:

- Cruzamentos com *Drosophila* para Mendelismo e Herança Ligada ao Sexo.
- Cruzamentos com *Drosophila* para Interação gênica e Ligação.
- Simulações de panmixia (Herança Autossômica e Herança Ligada ao sexo).

VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

As aulas teóricas serão expositivas dialogadas, com a utilização de recursos audiovisuais e de exercícios para serem realizados em casa e discutidos em sala de aula. As aulas práticas serão realizadas no laboratório e os resultados discutidos através de exercícios, relatórios e seminários. As Práticas Pedagógicas como Componente Curricular serão realizadas, parte em sala de aula, parte em horário extraclasse Práticas Pedagógicas Como Componente Curricular (PPCC): Avaliação de conteúdos da disciplina veiculados pela mídia, analisando

o grau de aprofundamento e a qualidade do material (Total: 07 horas).
IX. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO
Cada aluno será avaliado em três verificações (Teóricas), não cumulativas, previamente marcadas, e uma quarta nota (Prática) resultante da média das notas dos exercícios, atividades de PPCC e relatórios. A nota final será a média composta pelas notas das três avaliações teóricas (peso seis) e da nota de prática (peso quatro).

X. NOVA AVALIAÇÃO
Disciplina isenta de nova avaliação de acordo com o Regimento dos Cursos de Graduação da UFSC.

XI. CRONOGRAMA	
1. CRONOGRAMA TEÓRICO:	
Data	Conteúdo
11/03	Introdução. Histórico da genética. Conceitos básicos em genética.
18/03	Princípios Mendelianos I: Monoibridismo; dominância. Cruzamento teste e retro-cruzamento.
25/03	Varição na expressão dos genes. Penetrância, Expressividade e Pleiotropia.
01/04	Princípios Mendelianos II – Polihbridismo, alelos letais e alelos múltiplos.
08/04	Padrões de herança vinculados ao sexo.
15/04	Interação Genética I: Vias Metabólicas
22/04	Interação Genética II: Alteração nas proporções diíbridas
29/04	Seminário Mendelismo e Herança ligada ao sexo
06/05	Avaliação I (conteúdo até aula de 08/04)
13/05	Interação Genética III: Herança Quantitativa e Multifatorial
20/05	Ligação e Recombinação
27/05	Mapeamento Genético
03/06	Seminário Interação e Ligação
10/06	Avaliação II (conteúdo até aula de 10/06)
17/06	Introdução à genética de populações. O Equilíbrio de Hardy-Weinberg.
24/06	O equilíbrio em casos particulares: herança ligada ao sexo.
01/07	O equilíbrio em casos particulares: alelos múltiplos.
08/07	Discussão dos resultados de Panmixia

15/07	Avaliação III
2. CRONOGRAMA PRÁTICO:	
Data	Conteúdo
11/03	Montagem de heredogramas: simbologia e importância.
18/03	Ciclo de vida e diferenciação entre macho e fêmea em <i>Drosophila</i>.
25/03	Cruzamento da P ₁ de Mendelismo e Herança Ligada ao Sexo. Identificação de mutantes.
01/04	Cruzamento da P ₁ de Interação e Ligação. Teste do χ^2
08/04	Observação e cruzamento da F ₁ de Mendelismo e Herança Ligada ao Sexo.
15/04	Observação e cruzamento da F ₁ de Interação e Ligação. Cromatografia em papel de olho de <i>Drosophila</i>.
22/04	Observação da F ₂ de Mendelismo e Herança Ligada ao Sexo.
29/04	Observação da F ₂ de Interação e Ligação. Limite para a envio dos textos da PPCC
06/05	Herança Citoplasmática (aula teórica)
13/05	Aula destinada para elaboração e leitura das PPCCs Entrega de Relatório 1
20/05	Simulação de Panmixia – Herança Autossômica.
27/05	Simulação de Panmixia – Herança Ligada ao Sexo.
03/06	Simulação de Panmixia – Herança Ligada ao Sexo.
10/06	Revisão Avaliação II
17/06	Discussão e Avaliação das PPCCs. Entrega de Relatório 2
24/06	Genética de populações- exercícios
01/07	Genética de populações- exercícios
08/07	Genética de populações- exercícios
15/07	Avaliação da Disciplina

XII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BEIGUELMAN, B. 1995. Dinâmica dos genes nas famílias e nas populações. 2ª ed. SBG, Ribeirão Preto.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CAROLL, S. B. 2004. Introdução à Genética. 9ª edição. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. 2014. Fundamentos de Genética.

5ª edição. Ed. Guanabara Koogan, RJ.

Assinatura do
Professor

Assinatura do
Chefe do
Departamento

Aprovado no Colegiado do
Depto._____/Centro_____

Em: ____/____/____

ANEXO B

Orientações para a elaboração dos Relatórios

Os relatórios devem ser feitos seguindo as seguintes orientações e terão a seguinte valorização.

Usar fonte Times New Roman ou Arial, tamanho 12. O texto deverá ser justificado à esquerda e à direita. Usar parágrafos com recuo padronizado e espaçamento de 1,5.

1) **Título** (0,5 pontos)

Deve ser informativo e trazer elementos que façam o leitor já ter uma noção do experimento desenvolvido. Seguem alguns exemplos de alguns títulos para terem uma ideia do que eles devem conter. Óbvio está que eles nada têm a ver com os temas desenvolvidos por vocês. São apenas exemplos que mostram como eles já trazem informações importantes aos leitores.

Exemplo 1: Análise macroscópica e histomorfométrica da região de transição esofagogástrica de equinos de tração

Exemplo 2: Como combinar dados morfológicos e moleculares em reconstruções filogenéticas? Considerações gerais e exemplos de aplicação em filogenias de Hymenoptera (Insecta)

Exemplo 3: Caracterização genética de populações naturais de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), com marcadores microsatélites heterólogos

2) **Identificação dos autores**, pessoal e institucional. Neste caso não se deve colocar a qualificação dos mesmos (graduando, mestre, doutor, biólogo, etc.), apenas os nomes, suas vinculações institucionais, endereço postal para correspondência (de preferência institucional), assinalando o autor para correspondência e seu e-mail. Se quiserem, vejam exemplos na revista Biotemas (www.biotemas.ufsc.br), de manuscritos nela publicados. Podem usar como modelo qualquer outro periódico.

3) **Resumo** (0,5 pontos)

Deve ser informativo, trazendo elementos de introdução do

assunto, metodologia empregada, um pouco de resultado e de conclusões bem gerais. Não deve ultrapassar a 1200 caracteres (incluindo os espaços). Vejam alguns exemplos abaixo:

Exemplo 1:

A goiabeira da serra, ou goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), é uma espécie nativa do sul do Brasil e nordeste do Uruguai e devido ao sabor único de seus frutos apresenta-se como alternativa de renda para pequenos agricultores. O conhecimento da diversidade genética se constitui como uma importante ferramenta para o melhoramento genético e conservação. Com intuito de ampliar o conhecimento a respeito da diversidade genética da espécie, cinco populações naturais de *A. sellowiana* foram analisadas com o uso de iniciadores microssatélites desenvolvidos para o complexo *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *E. urophylla* S.T. Blake. Com a utilização de 10 pares de iniciadores selecionados, 122 plantas foram caracterizadas. Os valores médios para heterozigosidade esperada e observada foram de 0,42 e 0,47, respectivamente. Os valores estimados para \hat{f} não diferiram de zero para quatro das cinco populações avaliadas, sugerindo baixo efeito de endogamia. Em média a divergência genética entre populações foi de $\hat{F}_{st} = 0,13$ e $\hat{R}_{st} = 0,14$, em muito devido à incidência de alelos raro ou exclusivos para algumas populações.

Exemplo 2:

Este estudo avaliou a possível presença de potencial alelopático na camelina, bem como o seu efeito sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de soja e picão-preto, a fim de verificar a possibilidade do cultivo dela com a soja no sistema de rotação de culturas e de seu uso como herbicida. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná. O delineamento foi inteiramente casualizado e as avaliações realizadas diariamente. Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de germinação, tempo e velocidade média de germinação e comprimento médio de raiz. Os dados obtidos foram submetidos ao Teste F e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, em um nível de 5% de probabilidade. Os resultados comprovam a presença de potencial alelopático na camelina. Foi verificado que essa espécie pode ser considerada uma opção para o cultivo com a soja devido à interferência alelopática positiva provocada

na cultura e por apresentar capacidade para utilização no controle de plantas invasoras como o picão-preto, tendo em vista que atrasou o desenvolvimento das plântulas testadas.

Exemplo 3:

Os anfisbenídeos são répteis Squamata de hábito fossorial, conhecidos popularmente como cobras-de-duas-cabeças. São animais pouco conhecidos no meio urbano, embora sejam presentes no cotidiano da população rural. Com o objetivo de registrar o conhecimento popular, bem como as crenças relativas a estes animais, desenvolveu-se um estudo etnobiológico no povoado de Itatiaia, Minas Gerais. Aspectos ecológicos e biológicos dos anfisbenídeos foram abordados em entrevistas semi-estruturadas aplicadas a 48 moradores do povoado, entre os meses de abril e novembro de 2009. Foram entrevistados apenas os indivíduos que permitiram acesso aos seus conhecimentos e crenças. Os dados foram analisados segundo o modelo de união das diversas competências individuais. De acordo com o número de moradores que foram entrevistados, é possível afirmar que a população classifica os anfisbenídeos como serpentes, os consideram como animais perigosos, favorecendo sua morte sempre que encontrados. A etnozootologia pode ser utilizada como uma importante ferramenta para se obter informações sobre os anfisbenídeos e, se associada a atividades educativas, pode também contribuir para a conservação destes animais.

4) **Introdução** (2,5 pontos)

O papel da introdução é dar subsídios ao leitor sobre o assunto que será discutido, a partir dos resultados. Ela deve ser o mais sucinta possível, porém deve trazer elementos que conduzam o leitor à discussão. Deve partir do amplo (aspectos gerais e históricos) para o específico (tema principal que será discutido). Deve evitar assuntos paralelos que possam dispersar a atenção do leitor. Deve citar referenciais teóricos (buscados na literatura sobre o assunto), com os respectivos anos de publicação e citação no final do relatório, na seção referências. Ao final da introdução (como item separado ou como parágrafo de fechamento), devem ser apresentados, de forma clara, os objetivos do experimento (0,5 pontos).

5) **Material e Métodos** (1,5 pontos)

Nesta seção, deve ser apresentado o material biológico utilizado, considerando aspectos que justificam sua utilização. É neste momento que deve aparecer o ciclo de vida da mosca, sua classificação

taxonômica, as vantagens de sua utilização para o tipo de estudo que está sendo feito, etc. Não se deve descrever nenhum tipo de mutação, mas apenas referir que o fato delas apresentarem muitas características externas visíveis a torna um objeto privilegiado para o tipo de estudo que está sendo realizado. Nem mesmo a(s) característica(s) que estudaram deve aparecer na metodologia.

A seguir, a metodologia empregada deve ser descrita, da forma mais objetiva e enxuta possível, porém que permita sua reprodução por parte dos leitores. Devem ser dados elementos do cronograma de atividades, meio de cultura utilizado, forma de análise do material, critérios para separação ou não dos sexos, se houve ou não a comparação com experimentos paralelos, métodos estatísticos empregados, etc. É importante o uso de figuras e tabelas para auxiliar nas explicações. Estas figuras e tabelas só podem aparecer após sua primeira citação no texto, no local mais próximo possível. Devem ser numeradas e citadas conforme seu número. Nunca utilizem expressões como “tabela abaixo”, “tabela acima”, “figura a seguir”, “figura anterior”, referindo-se sempre às mesmas por seus números. Toda a tabela e figura deve ter um título (colocado acima das mesmas). Os títulos devem ser autoexplicativos. Cuidem para que na hora da edição final as tabelas e figuras não fiquem cortadas em duas páginas.

6) **Resultados (0,5 pontos)**

Esta seção deve ser iniciada por um breve texto que introduza uma tabela, nos moldes dos Anexos 1 ou 2 (sem os resultados dos qui-quadrados abaixo, pois isso é válido apenas para as transparências que servirão de base para as discussões nos seminários). Elas devem apresentar os dados brutos obtidos, referindo-se às amostras da F_2 e os totais em colunas distintas. Quando houver dois experimentos, estes devem apresentar os resultados postados na mesma tabela, lado a lado (isso vale para relatórios feitos por dois grupos). Quando os grupos utilizarem resultados de outros, sem que tenham feito o mesmo relatório, os dados do outro grupo serão apresentados em um único total (sem discriminação das amostras), não sendo discutidos estatisticamente, apenas servindo de elemento comparativo, para formulação da hipótese genética. Após a tabela de resultados, deve ser redigido um texto que apresente os caracteres segregantes e seus fenótipos. Podem ser utilizadas figuras que ilustrem as descrições feitas. Cuidado, se os tipos segregantes apresentarem cores diferentes, não usem figuras em preto e branco (neste caso é melhor não usar as figuras, apenas descrevendo os fenótipos). Resultados de qui-quadrado NÃO

SÃO APRESENTADOS NESTA SEÇÃO, pois para testá-los há que se ter uma hipótese, que só será obtida a partir da discussão dos resultados.

7) **Discussão (3,5 pontos)**

“Alma do relatório”, a discussão deve ser iniciada pela homogeneidade das amostras, referindo o porque do teste, seu resultados (apenas numérico, sem apresentação dos cálculos), o valor referencial de tabela e sua aceitação, ou não, com o intervalo de confiabilidade.

Após, iniciar a discussão da hipótese genética, para chegar à hipótese numérica que será testada na sequência. Esta discussão deve basear na argumentação dos resultados de F_1 e F_2 , deixando por último a composição da geração P_1 . A informação de que a parental era pura e contrastante não pode ser utilizada para estabelecer o genótipo da F_1 . Após estabelecer, claramente, a hipótese genética numérica, apresentar os resultados (não os cálculos) do teste do qui-quadrado de aderência, o de tabela e, se for o caso o nível de aceitação. Confirmar os resultados obtidos no experimento com dados da literatura, entre eles o mapa genético de *Drosophila*. Sugiro a inclusão da figura, com destaque para o(s) gene(s) tratado(s).

8) **Referências (0,5 pontos)**

Não usar a expressão “Referências Bibliográficas”, mas apenas “Referências”, uma vez que é possível a utilização de referências virtuais que não são exatamente bibliográficas. Tenham o cuidado de que todas as referências citadas ao longo do texto também o sejam nesta lista final. As referências devem ser citadas em ordem alfabética do primeiro autor. Quando houver mais citações de um mesmo autor, a ordem deve respeitar a cronologia (primeiro as referências mais antigas). Se houver mais de um autor, todos os sobrenomes e iniciais devem ser referidos. Não importa que padrão vão seguir, mas tem que haver um padrão de citação. Recomendo que usem o da Biotemas (endereço já citado) ou de outro periódico.

Anexos

Geração	Fenótipos			
P₁	Desconhecidos			
F₁	Fêmeas			
	Machos			
F₂		Amostra 1	Amostra 2	Total

Modelo de ficha de apresentação dos resultados em relatórios e seminários (Herança autossômica)

$X^2_{\text{homogeneidade}} =$

$X^2_{\text{tabela}} =$

Nível de confiabilidade (em caso de aceitação)

Hipótese Genética

$X^2_{\text{calculado}} =$

$X^2_{\text{tabela}} =$

*Para todos os X^2 que venham a ser calculados.

Nível de confiabilidade (em caso de aceitação)

Modelo de ficha de apresentação dos resultados em relatórios e seminários (Herança Ligada ao sexo)

Geração	Fenótipos	Experimento 1			Experimento 2		
P₁		Desconhecidos			Desconhecidos		
F₁	Fêmeas	100% selvagens			100% selvagens		
	Machos	100% selvagens			100% white		
F₂		Am 1	Am 2	Total	Am 1	Am. 2	Total
	Machos Selvagens	86	90	176	59	114	173
	Machos white	89	92	181	69	81	150
	Fêmeas Selvagens	204	187	391	56	116	172
	Fêmeas white	–	–	–	66	119	185
	Total	379	369	748	250	430	680

$$X^2_{\text{homogeneidade}} = \frac{X^2_{\text{homogeneidade}}}{\text{Nível de confiabilidade}} = X^2_{\text{tabela}} = X^2_{\text{tabela}}$$

Hipótese Genética

$$X^2_{\text{calculado}} = \frac{X^2_{\text{calculado}}}{\text{Nível de confiabilidade (em caso de aceitação)}} = X^2_{\text{tabela}} = X^2_{\text{tabela}}$$