



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade Unb Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Habilidades e procedimentos da investigação científica: percepções de um grupo licenciandos em ciências biológicas a partir de uma sequência didática em biologia celular e molecular.

Karlla Vieira Do Carmo

Brasília

2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade Unb Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Habilidades e procedimentos da investigação científica: percepções de um grupo de licenciandos em ciências biológicas a partir de uma sequência didática em biologia celular e molecular.

Karlla Vieira Do Carmo

Dissertação realizada sob a orientação da Prof^a Dr^a Louise Brandes Moura Ferreira e co-orientação da Prof^a Dr^a Carla Medeiros y Araújo apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de concentração: Ensino de Biologia, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília

Julho – 2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

KARLLA VIEIRA DO CARMO

Habilidades e procedimentos da investigação científica: percepções de um grupo de licenciandos em ciências biológicas a partir de uma sequência didática em biologia celular e molecular.

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em _____ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Louise Brandes Moura Ferreira
(Presidente)

Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria de Andrade Caldeira
(Membro externo não vinculado ao programa – UNESP/Bauru)

Prof^ª. Dr^ª. Eliane Mendes Guimarães
(Membro interno vinculado ao programa – UnB/Planaltina)

Prof^ª. Dr^ª. Alice Melo Ribeiro
(Membro suplente – UnB/Instituto de Ciências Biológicas)

“Dedico esse trabalho à minha mãe, irmãos e ao meu amado esposo Wellington.”

Agradecimentos

À Deus por ter mudado minha vida de maneira surpreendente nesses dois últimos anos. Por me mostrar que os Seus planos eram muito melhores do que àqueles que comodamente tracei.

À minha orientadora, Louise Brandes de Moura Ferreira pela paciência, dedicação, empenho, confiança, incentivo e por me ensinar o passo a passo da pesquisa qualitativa. Por não ter medido esforços nessa orientação.

À minha co-orientadora, Carla Medeiros y Araújo, pelos conhecimentos compartilhados, pelo tempo disponibilizado, por aceitar dividir conosco essa empreitada; sempre com muito profissionalismo e bom humor.

À todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Unb, em especial aos professores Marcelo Ximenes, Mariana Senzi, Maria Helena Carneiro e Nazaré Klautau por ampliarem minha visão em relação ao mundo e ao ensino.

Ao Diego Cadavid pelas conversas agradáveis e por sempre me lembrar de todos os meus compromissos. À Carolina Okawachi por escutar resignadamente minhas aflições e resolvê-las tão rapidamente.

Ao Adrian, Gabriel e Vitor, alunos do curso de Ciências Biológicas da Unb, pelos materiais cedidos, disposição e contribuições para este trabalho.

À todos autores dos materiais e recursos didáticos que serviram de auxílio para a realização dessa pesquisa.

Àqueles que me acolheram em Brasília todas as vezes que precisei: Marcus Alexandre e Rosana, Lu e Uchôa, Fábio e Iviane, Verenna e Nádia. Jamais terei como retribuir.

Aos amigos que fiz durante o curso: Elisângela, Eleandro, Grazielle, Alexandre, Aglailson, Adriana, Verenna, Delzimar e Lucy. Por me fazerem sorrir nos momentos de desânimo, e me mostrarem que é possível fazer amizades verdadeiras na vida adulta.

À minha grandiosa mãe, que sempre priorizou a educação de seus filhos e nunca negou qualquer pedido em relação a isso. Que se despiu dos seus desejos para satisfazer os meus e de meus irmãos. Ao meu pai que em tão pouco tempo me ensinou o valor do trabalho, do esforço e da necessidade de cultivar os relacionamentos. A Giselle e Carlos Júnior pelo carinho, confiança e admiração.

Ao meu eterno namorado, meu esposo amado, meu “financiador” e meu maior incentivador. Por me aguentar nos momentos de estresse, ter sempre palavras sábias ao me aconselhar e acreditar em mim muito mais do que eu mesma poderia acreditar.

As professoras Maria Rita, por gentilmente ceder seu local de trabalho para que eu pudesse realizar parte da pesquisa e me mostrar que uma professora universitária também pode dar aulas com muito entusiasmo e bom humor; à Gleyce que sem nenhuma obrigação aliviou meu fardo nos momentos cruciais e me ensinou muito, absolutamente muito, sobre profissionalismo; a Ana Flávia por me ensinar sobre o universo da educação, confiar no meu trabalho antes mesmo de me conhecer, por me ouvir (e como!!!) e acima de tudo me dispor sua incrível e eterna amizade; e à Maria Inês pela demonstração de honestidade, justiça (atributos tão raros entre os indivíduos) e por tornar meus dias mais felizes.

À técnica de laboratório (e mais nova amiga) Vânia Avelar, pelo envolvimento, animação, compromisso e por toda a ajuda que me ofereceu durante o trabalho, que jamais seria possível sem ela.

A Heloíse Gato e Lidiane Leão que colocaram a “mão na massa”, me auxiliando e me confortando em meus momentos de pessimismo. Sem elas eu não conseguiria sozinha.

À coordenação do curso de Biologia da UFG-Catalão por me apoiarem compreendendo meus momentos de ausência: a Rose, Heliana e Zenon por todas as palavras e ações de incentivo.

E por fim, aos meus mais amados alunos, que ficarão eternamente na minha memória e no meu coração. Que serão conhecidos por meus futuros filhos e netos, pois são a chave principal dessa dissertação. Que serão sempre lembrados com lágrimas saudosas. Por me acolherem em cada uma das inúmeras aulas que tivemos. Pelos sorrisos, abraços, conversas, palavras de incentivo, disposição e carinho a mim ofertados. Por aumentarem ainda mais minha paixão

pelo Ensino e me darem o prazer de ver seus olhinhos brilhando diante desse fantástico caminho que é a Educação. É inexplicável o amor que tenho por esses “meninos”... Me fizeram perceber ao longo desse trabalho, que não fui eu quem os escolhi para essa pesquisa, mas eles que me escolheram.

“Ensino para anunciar o dia, ensino para amenizar a noite. Ensino porque acredito que em uma aula pode nascer no coração do aluno a esperança de um mundo novo, e a luta para se viver em paz. Creio na minha missão e eu cumpro o meu dever... Há os que vivem a chorar, mas eu prefiro viver para Ensinar e Ensinar para viver...”

(João Nogueira e Paulo Cesar Pinheiro - adaptação da música “Minha Missão”)

RESUMO

Uma das limitações nos currículos de ciências está em priorizar o processo de ensino pautado nos seus produtos ao invés de valorizar o entendimento dos processos que norteiam o fazer científico. Considerar as habilidades e procedimentos da investigação científica na prática pedagógica não é uma proposta nova, mas continua sendo negligenciada. Por compreender que essa abordagem é necessária no desenvolvimento de um pensamento reflexivo, esta pesquisa teve como objetivo obter as percepções de um grupo de licenciandos em Ciências Biológicas (n=6) acerca de três habilidades e procedimentos da investigação científica (observação, registro e inferência) a partir de uma sequência didática. Durante a sequência utilizou-se algumas atividades em Biologia Celular em Molecular. Optou-se pela abordagem qualitativa para a análise dos dados e, por meio dos resultados constatou-se que os alunos refletiram sobre tais habilidades e procedimentos, mostrando crescente refinamento em suas percepções.

Palavras chaves: Habilidades e Procedimentos, Ensino, Biologia Celular e Molecular.

ABSTRACT

One of the limitations science education curricula face relates to a kind of a methodology that stresses the teaching of scientific products instead of the skills and processes that originated them. The teaching of those skills and processes is not a new educational endeavor, however, it is still neglected. To be successful in such approach there is a need to the develop students' reflexive thought. The aim of this study was to investigate the perceptions of a group of pre-service biology teachers (n=6) about the scientific processes of observation, observation record, and inference developed during a teaching unit. Some cell and molecular activities were part of the unit. The data was analyzed using qualitative methods. The findings show that the students were not only able to reflect about the three processes and skills, but demonstrated greater improvement in their perceptions.

Keys-words: Science Process Skills, Teaching, Cell Molecular Biology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Registro do aluno Rian destacando uma característica do instrumental de observação utilizado	57
Figura 2: Imagem de tecido epitelial de corte de fígado observado em laboratório	60
Figura 3: Registro de observação da aluna Dayane.....	60
Figura 4: Carta-pista “Complexo de Golgi” da partida “Membrana Plasmática” do jogo Célula Adentro	66
Figura 5: Imagem utilizada na atividade 24 da sequência didática	71
Figura 6: Imagem utilizada na atividade 24 da sequência didática	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese das aulas da sequência didática: reflexão sobre as habilidades e procedimentos básicos da investigação científica a partir de atividade de Biologia Celular e Molecular.....	31
Quadro 2: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Rian.....	81
Quadro 3: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Isadora.....	82
Quadro 4: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Dayane	83
Quadro 5: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Laura.....	84
Quadro 6: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Gisela	85
Quadro 7: Comparativo de percepções e atividades diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Isaura.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AAAS	American Association for the Advancement of Science
BDTD	Biblioteca digital de Teses e Dissertações
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
Eric	Educational Resources Information
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
Sisu	Sistema de seleção unificada

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISÃO DA LITERATURA	04
2.1 HABILIDADES E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	06
2.1.1 Observação e Registro	07
2.1.2 Inferência	10
2.2 OBSERVAÇÃO, REGISTRO E INFERÊNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR	12
3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4 - OBJETIVOS	21
5 - METODOLOGIA	22
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DA PESQUISA, DOS PARTICIPANTES E SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	22
5.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	
5.2.1 Pergunta da pesquisa e instrumentos de coleta de dados	24
5.2.2 Sequência didática	25
5.2.3 A abordagem metodológica	30
5.2.4 Os procedimentos para análise dos resultados	31
5.3 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	32
6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1 AULA 1: INTRODUÇÃO À REFLEXÃO DA OBSERVAÇÃO E REGISTRO.....	34
6.2 AULA 2: OBSERVAÇÃO E REGISTRO NA BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR	39
6.3 AULA 3: COMPREENDENDO MELHOR A OBSERVAÇÃO E REGISTRO PARA INFERIR.....	43
6.4 AULA 4: PRATICANDO A INFERÊNCIA	48
6.5 AULA 5: PRATICANDO OBSERVAÇÃO, REGISTRO E INFERÊNCIA	53

6.6 AULA 6: REFLEXÕES FINAIS	57
6.7 ENTREVISTAS	68
7 - CONCLUSÕES	72
7.1 EM RELAÇÃO AOS RESULTADOS ESPERADOS	72
7.2 EM RELAÇÃO A OUTRAS PERCEPÇÕES	73
7.3 EM RELAÇÃO À METODOLOGIA DAS AULAS	73
7.4 EM RELAÇÃO A BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR	74
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	82
APÊNDICE B – Consentimento de Participação da Pessoa como Sujeito da Pesquisa	85
APÊNDICE C – Termo de Consentimento de Uso de Imagem e Voz.....	86
APÊNDICE D – Questionário de sondagem.....	87
APÊNDICE E – Roteiro das entrevistas semi-estruturadas	88
APÊNDICE F – Atividade de observação de um dado com imagens de acontecimentos cotidianos.....	89
APÊNDICE G – Observação de um dado com imagens de cortes histológicos	91
APÊNDICE H – Roteiro de reflexão de leitura do texto “Habilidades e procedimentos da investigação científica – a Observação”	93
APÊNDICE I – Formação da imagem ao microscópio de luz	94
APÊNDICE J – Visualização de tecido epitelial bucal	95
APÊNDICE K – Questionário sobre aprendizado pessoal acerca da observação e registro....	96
APÊNDICE L – Visualização de corte de fígado.....	97
APÊNDICE M – Usando uma vela para realizar observação, registro e inferência	98
APÊNDICE N – Questionário sobre aprendizado acerca do processo de inferência.....	99
APÊNDICE O – Atividade de comparação entre atividade realizada na aula 3 sobre observação de lâmina de tecido de corte de fígado e da aula 5 de visualização de diversos cortes histológicos	100

APÊNDICE P – Questionário sobre conhecimentos desenvolvidos acerca das habilidades e procedimentos da investigação científica e sua relevância no Ensino de Biologia Celular e Molecular.....	101
---	-----

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	102
ANEXO 2 – Texto: Habilidades fundamentais na ciência – a Observação	103
ANEXO 3 – Diferenciação de observação e inferência a partir de imagens.....	110
ANEXO 4 – Texto: Observação e Inferência.....	112
ANEXO 5 – Texto: Aprendendo a inferir	114
ANEXO 6 – Texto de revisão de núcleo e nucléolo.....	116
ANEXO 7 – Visualização de cortes histológicos.....	119

1 INTRODUÇÃO

Muitas são as limitações encontradas nos currículos que integram o ensino de ciências na atualidade. Os reflexos dessas limitações podem ser percebidos na maneira como a ciência é vista por alunos e, até mesmo, por muitos professores como uma área altamente descritiva, repleta de fatos, fenômenos, enunciados e teorias que precisam ser memorizados (KRASILCHIK, 1987). Adicionalmente encontra-se a falta de compreensão sobre a natureza da ciência em virtude da propagação de um ensino que não valoriza o entendimento dos processos que norteiam o fazer científico. O que, por muitas vezes, pode levar o estudante a acreditar que a ciência abrange um conjunto de verdades absolutas (BIZZO, 2009). Por esses motivos, não é raro encontrar artigos, livros e demais publicações discutindo e propondo alternativas que sugiram uma educação em ciências mais instigante, envolvente e significativa.

Ensinar ciências considerando os seus processos de construção, permitindo o espaço para discussões e reflexões sobre a investigação científica, segue o caminho oposto ao ensino reconhecido por Rubem Alves como “uma tradição de repetição daquilo que a escola sedimentou” (ALVES, 2010). Entretanto, a preocupação em se considerar as habilidades e procedimentos da investigação científica, durante a prática pedagógica, não é uma novidade na educação científica, existindo desde o final do século XIX. Currículos com enfoque no ensino e desenvolvimento dessas habilidades ficaram mais evidentes nos Estados Unidos, nos anos de 1960, no contexto do fim da guerra fria.

As habilidades e procedimentos da investigação científica são em suma o comportamento que os cientistas realizam quando fazem ciência, independentemente do nível de complexidade e, segundo pesquisadores da área de ensino, podem auxiliar na compreensão de como são constituídos os produtos da ciência (REZBA; SPRAGUE; FIEL; FUNK, 1994). Essa perspectiva de ensino fundamenta-se nas ideias evidenciadas por John Dewey no fim do século XIX e início do século XX. Dewey esclarecia que o ensino deveria objetivar, entre outros aspectos, o desenvolvimento de um pensamento reflexivo para que os estudantes compreendessem de que maneira os produtos da ciência (os conteúdos estudados na escola) haviam sido construídos. Ele considerava esse “pensar reflexivo” como a melhor maneira de pensar, pois fugia dos aspectos mecânicos da aprendizagem.

Assim, embora tenha havido tentativas de desenvolver currículos que seguissem tais premissas educacionais, uma pesquisa na literatura demonstrou que essa preocupação

permeou principalmente o ensino básico e pouco, ou quase nada, o ensino superior. Tendo em vista que para que o professor seja capaz de trabalhar aspectos de desenvolvimento de habilidades e procedimentos na investigação científica com seus alunos, acredita-se que tais aspectos também devam ser abrangidos na graduação.

Dessa maneira esse trabalho buscou realizar uma pesquisa empírica no intuito de coletar dados acerca das percepções de um grupo de alunos, do curso de licenciatura em Ciências Biológicas, sobre o desenvolvimento dessas habilidades e procedimentos a partir da aplicação de sequência didática de 30 horas/aula, valendo-se de atividades práticas em Biologia Celular e Molecular.

Para concretizá-la foram realizadas buscas sobre o tema em periódicos nacionais e internacionais voltados para o desenvolvimento de três habilidades e procedimentos básicos da investigação científica: observação, registro de observação e inferência. Além disso, também se buscou dissertações e teses em bancos de dados das instituições de ensino superior nacional que pudessem contribuir para esta dissertação.

Para melhor compreensão da pesquisa, dividiu-se o trabalho em sete capítulos. O primeiro capítulo, esta introdução, trata da problemática que gerou a investigação bem como seu delineamento teórico e seu objetivo.

O capítulo 2 – Revisão da Literatura – apresentará uma articulação das leituras de trabalhos encontrados sobre a temática, dando ênfase às habilidades e procedimentos da investigação científica, e à apresentação teórica do conceito, importância, formas de realização, condicionantes e influenciadores das três habilidades e procedimentos básicos: observação, registro de observação e inferência. Nesse capítulo também inclui-se uma discussão de como essas habilidades são desenvolvidas no ensino de Biologia Celular e Molecular.

O capítulo 3 – Fundamentação Teórica – apresentará as ideias do filósofo e educador estadunidense John Dewey. Sua visão de ensino serviu como respaldo teórico dessa pesquisa e norteou a elaboração da sequência didática.

O capítulo 4 – Objetivos – dividido em objetivos gerais e objetivos específicos apresentará de maneira sintética e clara o intento desse trabalho.

O capítulo 5 – Metodologia – descreve os procedimentos metodológicos da investigação esclarecendo o caráter da abordagem qualitativa escolhida para o prosseguimento e análise dessa investigação.

O capítulo 6 – Resultados e discussões – descreve os resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática bem como a análise dos mesmos e discussões a partir dos dados coletados.

O capítulo 7 – Conclusões – apresentará as considerações finais dessa dissertação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para esta Revisão da Literatura buscou-se artigos na língua inglesa na base de dados *Educational Resources Information Center* (ERIC), na língua portuguesa na *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Foram selecionados trabalhos que estivessem relacionados à proposta desta dissertação utilizando, para uma primeira parte da pesquisa, a palavra-chave “*science process skills*” na base de dados ERIC. Posteriormente, buscou-se em todas essas bases de dados as palavras-chave “*observation*”, “observação”, “*observation record*”, “registro de observação” e “*inference*”, “inferência” associadas à palavra-chave “*biology*”, “biologia”. Em todas as pesquisas foram escolhidos trabalhos divulgados entre o período de 2001 a 2011.

Na base de dados ERIC foram realizadas quatro buscas avançadas. Na primeira busca usou-se o termo “*science process skills*” (em português: habilidades e procedimentos científicos) indicando o nível educacional “*higher education*”. A busca resultou em 653 artigos. Contudo, após uma primeira análise de verificação dos títulos desses trabalhos e leitura dos resumos, pouco mais de dez artigos foram considerados pertinentes, apesar de nenhum indicar investigações especificamente associadas ao uso de habilidades e procedimentos científicos em cursos de graduação. Para a segunda busca usou-se as palavras-chave “*observation*” AND “*biology*”, selecionando a origem do trabalho marcando o item “*peer-reviewed*” (que mostra somente o universo de periódicos e atas de congressos avaliados por pares) e o nível educacional marcando “*higher education*”. Essa busca resultou em 36 artigos. A leitura dos resumos desses artigos indicou que somente dois estavam relacionados à Biologia Celular e Molecular, mas que fugiam da proposta da pesquisa. Dado o pequeno número de trabalhos encontrados, percebeu-se a necessidade de realização de uma nova pesquisa. Para essa busca usou-se as mesmas palavras-chave da anterior, selecionando o mesmo item de origem dos artigos e alterando somente o nível educacional para “*high school*”. Foram encontrados 21 artigos e, após a leitura dos resumos, constatou-se que somente um estava relacionado ao ensino de Biologia Celular e Molecular.

De igual forma, procedeu-se a pesquisa com as palavras-chave “*observational records*” AND “*biology*”. Tanto para o nível educacional “*higher education*” quanto para o “*high school*” não foram encontrados trabalhos. Em virtude desse acontecimento realizou-se uma nova pesquisa usando-se as palavras-chave “*observation records*” AND “*biology*” procedendo-se da mesma forma como nas buscas anteriores. No nível educacional “*higher*

educational” foram encontrados oito trabalhos e no nível educacional “*high school*” foram encontrados três trabalhos, mas em ambos os casos não haviam artigos relacionados ao ensino de Biologia Celular e Molecular.

Da mesma maneira ao pesquisar-se por trabalhos cujas palavras-chave foram “*inference*” AND “*biology*”, no nível educacional “*higher education*” foram encontrados sete artigos e no nível “*high schools*” foi encontrado somente um artigo. Contudo, mais uma vez, em ambos os casos, depois de lidos os resumos desses artigos, constatou-se que nenhum correspondia ao ensino de Biologia Celular e Molecular e, portanto, não poderiam contribuir para a proposta desta dissertação.

Para a busca de artigos escritos em língua portuguesa utilizou-se a base de dados SCIELO, na qual foram realizadas quatro buscas por assunto. Inserindo as palavras-chave “observação” e “biologia”, “registro” e “biologia”, “inferência” e “biologia” não foram encontrados resultados para as pesquisas. Em decorrência desse fato buscou-se trabalhos usando os termos “ensino” e “biologia” resultando desta pesquisa 18 artigos que após leitura de seus resumos foram descartados por não atenderem à proposta desta dissertação.

Na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, durante a busca das palavras-chave “observação” e “biologia”, “registro” e “biologia”, “inferência” e “biologia” não foram encontrados trabalhos, tanto de dissertação quanto de tese, no período de 2001 a 2011. Portanto, uma nova busca foi realizada usando somente um termo de cada vez no indicador “assunto”. Usando a palavra “observação” foram encontradas 14 dissertações e duas teses mas nenhuma associada ao ensino de Biologia Celular e Molecular. Usando a palavra “registro” foram encontrados 16 dissertações e três teses que também fugiam do escopo deste trabalho. Usando a palavra “inferência” foram encontradas 27 dissertações e 13 teses que também não tinham como foco o ensino de Biologia Celular e Molecular.

Tendo em vista a pequena quantidade de trabalhos encontrados em todas as bases de dados pesquisadas foi necessário complementar esses resultados com textos teóricos e pesquisas mais antigas que dez anos e em outros níveis de ensino como, por exemplo, o nível de ensino fundamental. Alguns desses trabalhos vieram das referências dos textos buscados. Essa articulação de trabalhos resultou na revisão da literatura abaixo.

2.1 HABILIDADES E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

A observação, o registro e a inferência são habilidades e procedimentos que estão no cerne do fazer científico. Foi nos Estados Unidos, nos anos 1960 no contexto da guerra fria, que a preocupação com a criação de currículos educacionais explicitamente voltados para ensino científico surgiu (GERLOVICH; MARTIN; SEXTON, 2008). O intuito do governo estadunidense na época era aumentar o número de estudantes que pudessem ingressar em carreiras científicas na medida em que buscava a dominação tecnológica e militar sobre os Russos (RUDOLPH, 2002). De acordo com Padilla e Padilla (1986) as habilidades e procedimentos da investigação científica, denominados “*science process skills*”, poderiam ser compreendidos como “um conjunto de habilidades amplamente transferíveis, fazendo parte de várias disciplinas científicas e que refletem o verdadeiro comportamento dos cientistas” (p.5-6).

Ao todo treze currículos foram desenvolvidos com recursos financeiros do governo americano para os níveis fundamental e médio. Eles incluíam kits de experimentação, com materiais para todos os alunos, manuais para os professores e amplo investimento na capacitação desses docentes (GERLOVICH; MARTIN; SEXTON, 2008). No Brasil, o *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), também baseado no desenvolvimento de processos e habilidades científicas, foi traduzido para o português e amplamente utilizado na década de 1970 por meio de um convênio do MEC com a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) (SELLES, 2007).

Apesar da concepção do desenvolvimento das habilidades e procedimentos da investigação científica no ensino de ciências ter surgido há 50 anos, e ter tido sua inserção no Brasil, ainda estamos no contexto de um ensino de biologia voltado para a transmissão de grande quantidade de informações, que enfatiza a “memorização de termos e conceitos para atender às demandas de avaliação superficial e rotineira” (KRASILCHIK, 2009, p. 251). Criticando esse tipo de ensino, Harlen (1999, 2002) argumenta que nenhuma educação científica é completa quando as aulas de ciências só enfatizam o conteúdo e deixam de fornecer subsídios para que o aluno seja capaz de raciocinar cientificamente. Se o aprendiz não é apto, por exemplo, a notar evidências contrárias a uma hipótese, então, os conceitos científicos que emergem dessa aprendizagem são errados e não ajudarão esse indivíduo a compreender o mundo à sua volta. Em outras palavras, tanto os conteúdos quanto os procedimentos e habilidades da investigação científica devem ser ensinados.

Lowery (1992), bem como outros pesquisadores (OSTLUND, 1995, PADILLA, 2011; REZBA et al, 1996) classificam as habilidades e procedimentos da investigação científica como básicos e integrados. Os básicos são a observação, o registro, a inferência, a classificação, a mensuração e a predição. Os integrados são o uso de números, a construção de hipóteses, o controle de variáveis, a experimentação, a criação de definições operacionais, a elaboração e o uso de modelos, a interpretação dos dados e a comunicação de resultados. Conforme afirma Padilla (2011, p.1) “os processos básicos (mais simples) fornecem a base para a aprendizagem dos processos integrados (mais complexos)”.

Nesta Revisão, de acordo com a finalidade desta pesquisa, nos detivemos apenas na observação, no registro e na inferência. Nas seções abaixo faremos, primeiramente, uma abordagem geral das três habilidades tendo como base investigações empíricas da área em Ensino de Ciências e pesquisas da História e Filosofia da Ciência. Posteriormente, na seção 3.2 desenvolveremos essas três habilidades no ensino da Biologia Celular e Molecular.

2.1.1 Observação e Registro

A observação é indubitavelmente considerada o processo central na investigação científica. Conceitualmente, a observação é o ato ou a ação de verificar, examinar e assimilar uma informação. Nas Ciências Naturais as observações são essenciais na descrição dos fenômenos naturais, na construção de modelos científicos bem como na elaboração e teste de teorias. Os resultados das pesquisas de cientistas (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2000), filósofos e historiadores da Ciência (HANSON, 1958, KUHN, 1970, POPPER, 1974) e pesquisadores em Ensino de Ciências (EBERBACH; CROWLEY, 2009) apontam para características específicas da observação científica: as observações dos fenômenos naturais não são cópias da realidade, nosso equipamento cognitivo “filtra” o que é percebido pelos sentidos¹ (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2000). As observações dependem dos conhecimentos prévios e também técnicos (*domain-specific knowledge*) dos observadores (EBERBACH; CROWLEY, 2009). Eberbach e Crowley (2009, p. 40) colocam:

Observar cientificamente requer muito mais do que a percepção sensorial e o uso dos sentidos. A percepção sensorial – mesmo que altamente tangível- é somente um dos

¹ Não é objetivo desta Dissertação adentrar nos aspectos neurofisiológicos da percepção sensorial. Para um texto de referência na área indicamos o livro de KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 2000.

aspectos da observação. Uma observação científica verdadeira requer a coordenação entre conhecimento da área científica em questão, teoria, prática, e hábitos de atenção (tradução nossa).

Nos processos de investigação científica, a observação se refere à associação de habilidades e coleta de dados utilizando os cinco sentidos e instrumentos que os potencializam (HAURY, 2002a). Os cientistas também refinam seus dados oriundos de observação ao utilizarem processos do pensamento científico tais como a comparação, a categorização e a inferência. Além disso, tentam aplicar protocolos que minimizam vieses no momento da observação, apesar de sabermos que são influenciados principalmente por suas experiências e conhecimentos prévios (EBERBACH; CROWLEY, 2009, OGUZ-ÜNVER; YÜRÜMEZOĞLU, 2009).

As observações são influenciadas por conhecimentos prévios e técnicos dos observadores (*domain-specific knowledge*). Eberbach e Crowley (2009) em uma pesquisa sobre a tentativa de ensinar a observação de pássaros a crianças notaram que as mesmas ao tentar atraí-los com comida, para facilitar a contagem, não consideravam seus hábitos alimentares e nem as características individuais de cada ave para distingui-las. Entretanto, os ornitólogos realizavam facilmente a contagem das aves por cor, canto e forma de voar, entre outros atributos. Esses especialistas o faziam sem dificuldade porque conseguiam conectar as bases teóricas da ornitologia com a prática da observação. Por fim, através de mecanismos avaliativos, verificou-se que não houve mudanças no conhecimento dos alunos acerca da habilidade de observação. Isso é explicado justamente por ser a observação uma habilidade que vai além do “ver”. Os resultados dessa pesquisa mostraram que na investigação científica é necessário possuir conhecimentos específicos da área para se fazer uma observação acurada.

Ensinar a observação dentro de uma área de conhecimento é, portanto, desafiador. Essa dificuldade se dá, principalmente, porque cientistas filtram suas observações de maneira diferente dos aprendizes. Para um especialista a observação tem o papel de parte de um processo de investigação enquanto que para observadores comuns geralmente a observação é uma atividade simples a partir da qual se fará toda a coleta de dados. Assim, para desenvolver essa habilidade é preciso articulá-la ao conhecimento apropriado, ferramentas corretas, realizar as perguntas certas para o que se quer observar, documentar o fenômeno e apoiá-lo sob argumentações científicas.

Complementarmente à observação está o registro da observação. Os registros de observações são formas de documentar o observado e de dar suporte às análises científicas

(EBERBACH; CROWLEY, 2009). Os registros também auxiliam a lembrar das observações realizadas (BOGDAN; BIKLEN, 1994; MARSHALL; ROSSMAN, 1999). De acordo com Lowery (1992) o registro é uma forma de comunicação que consiste em criar e usar a linguagem e símbolos para transmitir ideias, conceitos e pensamentos. Tal processo ainda possibilita preservar ideias que serão comunicadas futuramente. É por meio desse registro que futuros pesquisadores serão capazes de conhecer peculiaridades de determinadas descobertas e rotinas científicas. A História da Biologia é rica em exemplos da importância dos registros encontrados em diários pessoais e cadernos de campo dos pesquisadores. Mendel é um exemplo para compreender a importância do registro da observação. Suas investigações acerca das características da *Pisum sativum* não representaram uma novidade para a época, pois seus cruzamentos com essa espécie vegetal haviam sido realizados por outros hibridadores que obtiveram, inclusive, os mesmos resultados de Mendel (MAYR, 1982). Entretanto, uma das diferenças existentes no trabalho de Mendel estava em registrar precisamente suas observações:

A abordagem experimental de Mendel foi exatamente a mesma de seus predecessores, com a diferença de que Mendel contou e registrou com precisão a quantidade de plantas que apresentavam variações dominantes e recessivas na geração F2 à medida que realizava cruzamentos entre gerações para obter descendentes dos híbridos. A partir desses registros, um padrão matemático começou a surgir. (BRANDÃO; FERREIRA, 2009)

Outro exemplo histórico que demonstra a importância do registro da observação para a ciência vem de Robert Hooke, que deixou contribuições marcantes para as ciências (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010). Em seu livro intitulado *Micrographia*, e publicado em 1665, Hooke disponibilizou descrições de um tipo de microscópio que construiu (cuja capacidade de aumento era de até 30 vezes) e desenhos minuciosos de suas observações. Tais imagens contém, inclusive, barras de escalas demonstrando as preocupações do autor sobre a precisão de suas observações, acompanhadas de descrições detalhadas incluindo reproduções de estruturas animais, vegetais e minerais (HOOKE, 1664). A dedicação e curiosidade de Hooke levaram-no à elaboração desses registros divulgados em *Micrographia*, obra que é considerada como a primeira grande coletânea de reproduções de observações microscópicas (BRITO, 2008).

A pesquisa histórica de Martins (2011) revela, entretanto, que Hooke conhecia profundamente os espécimes que desenhava, usando inclusive outros instrumentos além do microscópio, e que seus registros observacionais, em forma de desenhos, mostram “mais” do

que poderia ser de fato observado por ele. Esses achados reforçam a teoria de que os conhecimentos prévios do observador, nesse caso, prévios-técnicos (*domain specific knowledge*), tem grande influência no observar e também nos registros observacionais.

Conforme explicitado no documento *Science for all americans* da *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1989), manter registros descrevendo com precisão as observações auxiliam no ato de distinguir observações reais de ideias e especulações sobre o que foi observado, pois com o decorrer do tempo, caso não sejam registradas, essas observações podem se confundir com o que provavelmente se quer inferir. Desse modo, o registro é uma etapa importante na construção do conhecimento em ciências.

Na medida em que a ciência foi se construindo historicamente como uma prática comunal e pública, especialmente após a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII, a padronização dos registros na busca pela objetividade e a acurácia das observações tornou-se uma necessidade (SHAPIN, 1996).

2.1.2 Inferência

Inferências são conclusões ou hipóteses que explicam fenômenos ou fatos a partir de evidências. Historicamente, Aristóteles (384-322) foi o primeiro pensador ocidental a formalizar o estudo das inferências (1965). Para esse filósofo havia três tipos básicos de inferências: a dedutiva, a indutiva e a abdutiva. Entretanto, a maior parte do estudo de Aristóteles deteve-se em inferências dedutivas. Esse tipo de inferência parte de premissas verdadeiras e chega a uma conclusão verdadeira. O exemplo clássico é “todo homem é mortal”, “Sócrates é homem”, “logo, Sócrates é mortal.” Note-se, entretanto, que esse tipo de inferência não acrescenta nenhum conhecimento novo sobre o mundo ou sobre Sócrates. As inferências que as pesquisas científicas realizam são do tipo indutiva e abdutiva. As inferências indutivas partem de casos particulares observáveis na natureza (POPPER, 1974); *alguns indivíduos, muitos indivíduos*, mas raramente *todos os indivíduos*. Portanto, de modo contrário às inferências dedutivas, as conclusões da pesquisa científica devem “ir além” daquilo que se pode observar, na busca pela generalização (MICHAEL, 2002). Por esse motivo, é necessário que haja cuidado ao se fazer inferências indutivas pois nem sempre, mesmo que a observação sobre um determinado fenômeno aconteça muitas, repetidas vezes, é

possível concluir validamente, do ponto de vista lógico, uma conclusão geral a partir da observação de casos específicos e particulares².

As inferências abduativas também são indutivas e partem de casos particulares. Nelas está presente o processo criativo de construção de uma hipótese que seja capaz de explicar os fenômenos observados. Surge a partir de uma observação intrigante, que é similar ou análoga a algo que já foi explicado por outras observações que fazem parte de um conhecimento previamente declarado, então “abduz-se, transfere-se” daquilo, na tentativa de explicar algo novo (LAWSON, 2009). Ou seja, ao examinar os fatos, elabora-se uma hipótese que os expliquem. Pesquisadores, por exemplo, elaboram hipóteses – partindo dos dados observacionais – para explicar fenômenos, escolhendo a hipótese mais plausível para aquele acontecimento de acordo com as evidências (*inference to the best explanation*) (LAWSON, 2009).

A observação, o registro da observação e a inferência são processos intimamente conectados na investigação científica, e nem sempre é possível estabelecer uma diferenciação precisa entre eles durante o processo (LEDERMAN, 2007). Pesquisadores como Platt (1964) e Lawson (2009) sugerem que as diferenças entre tais habilidades e procedimentos sejam explicitamente ensinadas. Isso requer, entretanto, que o professor seja capaz de ajudar os alunos em atividades de metarreflexão (DRIVER, 1983, FILOCHA, 1998). Em outras palavras, que os aprendizes sejam levados a interromper o fluxo de pensamento e refletir “estou realmente desenhando o que vejo?”, “isso é uma observação, que inferências posso tirar daqui?”

Entretanto, para que isso ocorra Lederman faz a seguinte colocação:

Em primeiro lugar os estudantes devem entender a distinção crucial entre observação e inferência. Observações são descrições de fenômenos naturais “diretamente” acessíveis aos sentidos (ou extensões dos sentidos) e acerca das quais vários observadores podem alcançar consenso com relativa facilidade (por exemplo, descrições sobre a morfologia de fósseis de um organismo). Inferências contrariamente vão além dos sentidos. Por exemplo: pode se desenvolver explicações sobre a morfologia observada em termos das suas possíveis funções. No nível mais elevado um cientista pode inferir modelos e mecanismos que explicam as observações de fenômenos complexos (por exemplo, modelos climáticos, evolução). (LEDERMAN, 2007, p.833)

² Esta problemática, denominada “problema da indução” foi tratada por David Hume (1711-1776) em seu *An inquiry concerning human understanding* (1977). O clássico de Hume é considerado um marco na teoria do conhecimento. Hume afirmava que nada na natureza nos garantia que as relações de causa e efeito se repetiriam sempre da mesma maneira.

Dessa forma, ajudar estudantes a desenvolver habilidades de observação, registro e inferência, enfatizando a importância de cada uma delas, pode auxiliá-los na compreensão e melhor entendimento de como os cientistas geram os conhecimentos sobre o mundo ao seu redor (HANUSCIN e ROGERS, 2008).

2.2 OBSERVAÇÃO, REGISTRO E INFERÊNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

Nesta seção, desenvolveremos as habilidades e procedimentos da observação, do registro e da inferência na Biologia Celular e Molecular. O primeiro ponto a ser abordado deve ser a razão de tal escolha da área do conhecimento biológico para a realização desta investigação. Ela se deu por tratar-se de um desafio educacional e por ser uma oportunidade desta pesquisa contribuir para uma melhor compreensão da temática celular pelos alunos. O ensino atual de Biologia Celular e Molecular é um imenso desafio, existindo um amplo distanciamento da rotina do pesquisador, situado em universidades e centros de pesquisas, com a do professor de Ensino Médio.

Sem dúvida alguma, um paradoxo existe no ensino de área. A partir da década de 1980, deu-se um *boom* de técnicas em biologia molecular que, sistematicamente em evolução, contribuem de maneira crucial para a compreensão de questões citológicas fundamentais. Alguns dos resultados de pesquisas celulares são rapidamente inseridos nos livros didáticos de Ensino Médio, requerendo um profissional de ensino habilitado e atualizado para tratar o tema no ambiente escolar. Apesar desse galopante crescimento do conhecimento celular advindo da pesquisa, a literatura especializada em ensino (DÍAZ DE BUSTAMANTE; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1996, FLORES et al, 2003, RODRÍGUEZ PALMERO, 2003, NIGRO et al, 2007) compartilha dados que ainda revelam a sistemática memorização e a falta de compreensão de conceitos celulares pelo alunos, acompanhadas de confusões relacionadas aos tamanhos de estruturas celulares. Como resultado, tem-se um aprendiz inábil na apropriação do conteúdo celular, não havendo a formação de um cidadão que compreenda plenamente questões celulares relacionadas ao seu cotidiano.

Para Rodríguez Palmero (2000) o conceito de célula, geralmente, é estruturado de maneira altamente complexa para alunos do nível básico. Contudo, a compreensão do que é a célula e de suas características morfofuncionais é a chave para aprendizagem de diversos

mecanismos biológicos. Como colocado anteriormente, os problemas de conceituação rondam o ensino de Biologia Celular e Molecular, resultando na falta de entendimento biológico acerca dos seres vivos e do significado da célula como sua unidade constitutiva. Entre os conceitos que apresentam sistematicamente problemas de concepção estão, por exemplo, a fotossíntese e a divisão celular. Há também dificuldades de compreensão das transformações químicas que ocorrem na célula e do destino dos nutrientes celulares, além do estabelecimento de uma visão da célula como algo estático e desprovido de funções (RODRÍGUEZ PALMERO; MOREIRA, 2002, RODRÍGUEZ PALMERO, 2003).

Contudo, apesar da existência de propostas de atividades diferenciadas no ensino de Ciências Biológicas, que têm sido relatadas por pesquisadores na última década (LORETTO, SEPEL, 2003, BORGES; LIMA, 2007), não é difícil notar em currículos de ciências, e aí incluí-se a Biologia Celular e Molecular, conteúdos limitados ao ensino de vocábulos colocando a prática de memorização de nomes e conceitos como a principal estratégia para compreendê-los, com objetivos baseados em processos descontextualizados da realidade do educando. Devido a esse pensamento é que aulas em laboratórios, mesmo utilizando-se de técnicas e equipamentos próprios da experimentação, geralmente não vão além do aspecto da ilustração de uma teoria (BORGES, 2002). Uma educação voltada somente para memorização, conhecimento do produto científico, pode não atender às necessidades do aluno de contextualização da ciência, levando-os a transformar conceitos científicos em palavras sem qualquer significado (SANTOS, 2007).

Inúmeras atividades que promovem o desenvolvimento de habilidades e procedimentos do pensamento científico no ensino de Biologia Celular e Molecular são publicadas e utilizadas no Brasil há mais de 30 anos, com ênfase em atividades práticas pautadas em protocolos por meio dos quais percebe-se o estímulo de algumas das habilidades e de alguns dos procedimentos elencados por Lowery (1992), quais sejam: a observação, o registro, a inferência, a classificação, a elaboração de hipóteses e o controle de variáveis.

Em harmonia com a proposta acadêmica em pauta, elencam-se a seguir algumas destas publicações acentuando-se a inserção da observação, do registro e da inferência no ensino de Biologia Celular e Molecular.

No início do século XXI, a Sociedade Brasileira de Genética (SBG) iniciou a publicação da série Cadernos de Biologia Molecular e Celular, apresentando o trabalho de Loreto e Sepel (2003). Os autores são adeptos da implementação de um ensino de Ciências que “tenha observação, experimentação, possibilidade de formular hipóteses e elaborar conclusões, enfim, possibilitar um contato com a Ciência e não só com suas conclusões”

(LORETO; SEPEL, 2003, p 7). A publicação apresenta um conjunto de atividades em Biologia Celular e Molecular que foram testadas no Ensino Médio e em cursos de licenciatura em Ciências Biológicas. Os autores crêem que há a necessidade de preparar os futuros professores com atividades práticas simples e significativas para o ensino. Eles apresentam protocolos nos quais estimulam a construção de protótipos de equipamentos e primam pelo uso de reagentes e materiais de fácil aquisição e baixo custo financeiro. Diversos dos roteiros apresentados são resgates e adaptações de atividades didáticas publicadas nas décadas de 1980 e 1990 e que ainda auxiliam sobremaneira na compreensão da temática celular.

Como exemplo, tome-se o Capítulo 1 intitulado “Atividades Experimentais de Biologia Molecular” com montagem de uma microcentrífuga e de um sistema de eletroforese para permitir o isolamento e visualização de ácidos nucléicos. Com os sistemas de baixo custo (microcentrífuga e eletroforese), já previamente montados pelo professor, os autores compartilham a realização de uma prática por meio da qual os alunos tem a oportunidade de visualizar os ácidos nucléicos e de realizar o isolamento e separação desses ácidos. Nessas atividades os alunos efetivamente trabalham com a observação e o registro. No campo das inferências, há sistemática indução dos autores para a obtenção de determinadas conclusões, pois uma série de questões são sugeridas para a realização de discussão. A sequência prática exige do professor tempo, empenho, interesse e habilidade para a montagem laboratorial. Mas, sem dúvida alguma, proporciona uma rica possibilidade para melhoria de conceitos relacionados aos ácidos nucléicos, muitas vezes introduzidos de maneira abstrata e apenas memorizados.

Na vivência didática de Loreto e Sepel (2003), houve a percepção de que:

(...) parte dos alunos que chega à universidade pensa que é *olhando no microscópio*, observando e manipulando os cromossomos, que os cientistas trabalham o DNA. Ficam muito surpresos quando descobrem que é possível *ver* os ácidos nucléicos sob forma de fios esbranquiçados dentro de um tubo e que esses fios podem ser enrolados em um bastão, mas que, nesse momento, a estrutura dos cromossomos não existe mais... entre perceber por que a observação do DNA ao microscópio não é a forma de análise que permite estabelecer as diferenças ou similaridades entre indivíduos e compreender as formas básicas de investigar o DNA há um caminho longo e, às vezes, difícil. (LORETO; SEPEL, 2003, p 11)

Uma atividade didática fundamental e que estimula a desenvolver a observação é a leitura de imagens científicas. Liu (2007) enfatiza que o progresso da área biomédica moderna relaciona-se diretamente à atual maior capacidade técnica de visualização de aspectos celulares, sejam estáticos (imagens de microscopia de alta resolução, por exemplo) ou dinâmicos (registros de movimentos celulares, por exemplo). O autor confirma que diante da

variedade de técnicas de captura de imagens celulares e das dimensões microscópicas do ambiente celular, os alunos tornam-se, ao mesmo tempo, inspirados e confusos. No nosso ponto de vista, talvez mais confusos do que inspirados.

Na atualidade, os livros didáticos de Ensino Médio, no que tange a Biologia Molecular e Celular, são ricamente ilustrados, com textos bastante refinados e atualizados, com a inserção de material de aprendizagem suplementar (em *sites* da própria editora e/ou em CD-ROM acompanhando o livro, e. g. AMABIS; MARTHO, 2012). A leitura de imagens moleculares e celulares exige conhecimento prévio e tempo do observador (DÍAZ DE BUSTAMANTE; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1996), duas características normalmente não vigentes na rotina do ensino das células.

As imagens, em diferentes tipos de microscopia e escalas, inundam a literatura celular. Muitos dos microscópios utilizados para a captura dessas imagens sequer são vistos e, muito raramente, manipulados pelos professores no transcorrer do seu processo de formação. Na atualidade, a Biologia Celular e Molecular aparece raramente nos currículos de graduação, sendo a disciplina mais provável para capacitar o profissional de ensino na compreensão da diversidade dos equipamentos e técnicas em microscopia. Portanto, de um lado figuram livros didáticos ilustrados com imagens sofisticadas, do outro lado está um professor que precisa de preparo para a interpretação dessas imagens. Registros científicos que podem lhe proporcionar riqueza de oportunidade para incentivar o desenvolvimento de habilidades como a observação, o registro e a inferência dos seus alunos.

Tome-se como exemplo de atividade coerente com o desenvolvimento destas habilidades e procedimentos, as práticas realizadas pela equipe da Fiocruz, por meio do projeto educativo ComCiência na Escola (<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=86>), com equipe empenhada na popularização da temática celular em espaços urbanos como praças públicas e escolas (ARAÚJO-JORGE et al, 2004). Micrografias (imagens provenientes de microscopia eletrônica) são apresentadas para o público que interage com as imagens sobrepondo pedaços delicados de massa de modelar, exigindo do participante dedicação e paciência para o cumprimento da tarefa. Nessa atividade, de aparente simplicidade, o aprendiz tem excelente oportunidade para observar uma porção de uma determinada célula podendo, por exemplo, ser bem sucedido na identificação de organelas e na compreensão da relação espacial desses componentes celulares no citoplasma. A profundidade das discussões no transcorrer da atividade dependerá do preparo técnico do interlocutor (monitor), da escolha das micrografias,

dos conhecimentos prévios dos participantes, da capacidade de integração de conteúdos do interlocutor (monitor) e dos participantes (público em geral).

Nas escolas brasileiras de Ensino Médio é comum, quando existente, a presença de poucos microscópios de luz nos laboratórios de ensino. Relatos frequentes de alunos recém-egressos do Ensino Médio ratificam como Loreto e Sepel (2003) descrevem as observações em microscopia de luz no ambiente escolar: 1 ou 2 microscópios disponíveis para o uso de 30 a 40 alunos ao mesmo tempo, resultando na formação de uma fila de curiosos com direito a 30 segundos de observação da preparação microscópica. Em um procedimento como esse, o que se espera da observação do aluno, mesmo que ele possua os pré-requisitos que possibilitariam compreender o espécimen biológico em foco? Não se deve esperar nada, pois há de se fazer observação em microscopia com tranquilidade e tempo em um ambiente de aprendizagem estimulante. Se nem tempo para a observação lhe é fornecido, não há possibilidade de desenvolver o registro e a inferência.

Como a aquisição de microscópios é inviável financeiramente para a maioria das escolas, uma alternativa para a observação de espécimens microscópicos é proporcionada pelos próprios Loreto e Sepel (2003), com técnica simples para acoplamento de uma câmara de webconferência à um microscópio de luz e computador. Porém, surge o questionamento: qual o papel do aluno quando o instrumental (microscópio e computador) ainda é reduzido? Pode atuar, na atividade em pauta, novamente como mero expectador, com o professor atuando como o protagonista, não tornando a atividade interessante. Para reverter o quadro, caso haja uma sala de informática na escola, tem-se uma boa oportunidade de compartilhamento da imagem em rede e da leitura de uma imagem obtida, pelos alunos, no laboratório de Biologia da escola ocorrer em pequenos grupos. Possibilitar que cada aluno concentre sua atenção na visualização de imagem celular autoral pode estimular a observação, o surgimento e discussão de dúvidas, o registro de dados e a elaboração de inferências.

Porém, como Silva et al (2006) acentuam:

A idéia de que os alunos podem ler imagens de formas diferentes e que, portanto, é preciso conhecer essas leituras para intervir em sua produção é fundamental, principalmente se considerarmos o aluno participante ativo na produção do conhecimento escolar. As leituras produzidas pelos alunos sobre as imagens podem revelar dificuldades de elaborações conceituais do ponto de vista da Ciência, obstáculos epistemológicos ou suas concepções alternativas, assim como valores e ideologias associados à produção científico-tecnológica (SILVA et al, 2006, p 231).

Portanto, o momento da observação das tão disseminadas, abstratas, coloridas e sedutoras imagens celulares pode tornar-se uma rica experiência didática, por meio da qual as

revelações acentuadas por Silva et al (2006) podem transformar-se em oportunidade. Nessa linha de pensamento, um relato interessante é o de Watson e Lom (2008). O estímulo ao desenvolvimento de habilidades e procedimentos do pensamento científico ocorreu no desempenho de tarefas por parte dos alunos, em aulas de laboratório, resultando na autoria de imagens científicas. O processo permitiu, inclusive, a discussão em sala de aula de questões éticas sobre a manipulação dessas imagens. O processo é passível de ser adaptado e replicado em uma escola de Ensino Médio e proporciona rica possibilidade de contraste e debate com o que o aluno visualiza em seu livro didático e, principalmente, incorporação do procedimento de construção do conhecimento.

É imperativa a mudança de postura no processo de ensino e aprendizagem de Biologia Celular e Molecular nas escolas brasileiras. O foco único no conteúdo teórico, a carga didática insuficiente e o despreparo técnico do professor são fatores que convergem para a memorização de nomenclatura que, por natureza, é diversificada. McClean et al (2005) enfatizam que o maior desafio para esse professor é o de ensinar os processos celulares de uma maneira que os estudantes possam compreender a complexidade do tema. De acordo com os autores, a exposição oral e a leitura de textos não são mais consideradas suficientes para esse o ensino e a aprendizagem do conteúdo celular, com professores procurando novas abordagens didáticas que proporcionem o entendimento de processos biológicos de alta complexidade. Ao enfatizar a reflexão de habilidades e procedimentos do pensamento científico no transcorrer da efetivação de atividades didáticas em Biologia Celular e Molecular, talvez se possa, por meio da observação, do registro e da inferência, estimular a ocorrência de um processo de ensino e aprendizagem, pelo menos, menos enfadonho e menos abstrato.

Cientes da complexidade inerente ao ensino de Biologia Celular e Molecular e atualizados com as atividades didáticas publicadas na última década, houve o resgate e a adaptação de uma série de protocolos de aulas práticas (MELLO; VIDAL, 1980; MESSAGE, et al, 1988) com imenso potencial para ainda proporcionar o alcance do objetivo maior deste trabalho acadêmico: incentivar as reflexões e percepções de um grupo de, talvez, futuros professores acerca de algumas habilidades e alguns procedimentos da investigação científica no transcorrer de atividades didáticas citológicas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta deste trabalho vai ao encontro das ideias do filósofo norte americano John Dewey (1859-1952). Dewey criticava o sistema tradicional de educação, ressaltando que nas disciplinas das áreas das ciências naturais, havia uma valorização no ensino dos resultados científicos, que ele chama de “produto da ciência”, em detrimento à um ensino que buscasse recriar em sala de aula o ambiente de investigação e pesquisa no qual as ciências se desenvolvem.

Para esse filósofo, compreender os processos pelos quais se chega a uma determinada conclusão ou ideia na ciência constitui-se no ato de pensar reflexivamente e, tal atitude deve ser vista como importante para o indivíduo, pois o retira da passividade de receptor de informações. Para ele, o pensamento reflexivo é mais que uma simples sequência de ideias, mas uma sucessão de pensamentos nos quais se um apoia nos outros e assim sucessivamente (DEWEY, 1910).

Em seu livro *How we think* (1910a), Dewey coloca que o pensamento reflexivo como a “melhor forma de pensar” destacando-o como um raciocínio que vai além das crenças e pauta-se na inquirição. Esse pensamento surge do estado de dúvida e perplexidade frente à determinada situação, gerando conseqüentemente o ato de pesquisa. Tal ato possibilita a promoção, crítica e com argumentos relevantes, de uma possível resposta à dúvida inicial. Por tais motivos, Dewey defendia que o ato de pensar reflexivamente deveria ser um fim educacional, conforme colocou:

A Ciência tem sido freqüentemente ensinada como uma acumulação de materiais já prontos com os quais os estudantes devem familiarizar-se, e não como um método do pensamento, uma atitude da mente, a busca de um padrão pelos quais os hábitos mentais devem ser transformados (1910b, p. 122, tradução nossa).

Pode-se imaginar esta afirmação tendo sido pronunciada em eventos na área da Educação em Ciências com a mesma relevância e o mesmo efeito provocador. Ainda hoje, um dos problemas mais persistentes no ensino de Ciências é a ênfase dada em ensinar o conjunto de conhecimentos consensuais da cultura científica sem que haja o desenvolvimento de um pensamento reflexivo acerca do que se aprende. Seria como se os alunos fossem meros receptores de informações como reservatórios que se enchem por canos e que no momento em que se apraz bombeia-se desse reservatório as informações necessárias. Nesse aspecto, é

necessário que se desenvolva o hábito de pensar reflexivamente acerca do que se estuda, para que haja a possibilidade de fazer previsões, planejamentos a partir daquilo que se aprende. Ou seja, não basta desenvolver noções de uma determinada disciplina ou conteúdo, isso deve vir acompanhado do desenvolvimento do pensar (DEWEY, 1910a).

Contudo, no ensino ainda é comum que os alunos não atribuam significados ao objeto estudado a partir de uma investigação reflexiva, talvez porque o próprio docente não os ensine a agir assim. Kruckeberg (2006) chega a afirmar que, o ensino de ciências continua sendo alienante, com o currículo muitas vezes tido como irrelevante e enigmático, o que leva o discente a perceber a ciência como um mundo separado, restrito ao que se discute na escola e não pertencente ao seu cotidiano. Por conseguinte, o que acontece na maioria das vezes, é uma memorização sem sentido para o aluno, de maneira que esse pode até ser capaz de repetir pensar acerca do fenômeno estudado, mas nem sempre é capaz de explicar o que levou à existência do fenômeno em si, pois ele não foi instigado a refletir sobre o processo de investigação, de pensamento e de ideias que culminaram no conhecimento existente.

A ausência dessa abordagem propicia aos estudantes a capacidade de compreensão dos processos que envolvem a investigação científica pode ser percebida tendo em vista o fato de que esses, mesmo demonstrando bom desempenho nas avaliações, continuam com conceitos científicos arraigados em crenças pessoais, perpetuando a ideia de ciência como infalível. Em outras palavras, o aluno entra e sai da escola sem ter avanço significativo sobre conteúdos e processos dos quais o conhecimento científico é adquirido e valorizado (KRUCKEGERG, 2006). Em termos deweyanos, a escola transmite em sala de aula os produtos das Ciências, ao invés de promover atividades nas quais aos alunos possam engajar-se em processos de investigação análogos aos dos cientistas ao conduzirem suas pesquisas (Dewey, 1910b).

Do ponto de vista de Dewey há uma diferença entre a experiência cognitiva e não cognitiva. Na experiência cognitiva o sujeito pensa, percebe, raciocina e imagina como trabalhar o objeto. Já na experiência não cognitiva, resultado de um ato mecânico, o indivíduo e o objeto encontram-se somente para uma simples execução, na qual não ocorre a reflexão, a percepção e o pensamento. Dewey insiste na relevância de se trabalhar aspectos que induzam ao pensamento reflexivo justamente por ser esse um processo da investigação científica, de caráter metódico, que segue um curso ordenado, definido, pelo qual se investigam relações e procedem-se revisões dos materiais disponíveis para, somente então, se chegar a uma determinada conclusão a partir das premissas que o fundamenta. Dessa

maneira, quando o ato de pensar reflexivamente ocorre, é possível que não haja somente a “decoreba”, mas aprendizado (DEWEY, 1910a).

É necessário ressaltar que não se quer afirmar neste trabalho que, informações não sejam desejáveis no decorrer do ensino. A aquisição de conhecimentos declarativos e conhecimentos processuais são mutuamente dependentes, mas é possível que o conhecimento processual tenha maior relevância, pois abrange os meios pelos quais qualquer conhecimento declarativo é obtido. Faz-se necessário, portanto, que os estudantes compreendam ou reflitam sobre tais processos, seus condicionantes e fatores influenciadores, a fim de que a consciência crítica de ideias, a preocupação com os conceitos, como eles estão relacionados e podem ser alterados permitam o progresso intelectual científico (KRUCKEBERG, 2006).

Partindo dessas ideias é que esta pesquisa foi idealizada, no intuito de propor, por meio da seleção de alguns tópicos de estudo da Biologia Celular e Molecular, um ensino que valorizasse os processos de pensamento e não somente os produtos da ciência. Mais do que compreender a Biologia Celular e Molecular a partir do legado de conhecimentos que se tem acerca dessa área da ciência, deseja-se que sua compreensão ocorra a partir dos processos como essa se desenvolveu. Os licenciandos precisam aprender os aspectos que envolvem o pensamento reflexivo não somente por leitura de artigos, livros ou textos, mas compreendê-lo no momento da graduação, por meio de diversas vivências, para que possam ensinar. Por isso, este trabalho teve como foco o desenvolvimento de algumas habilidades e procedimentos da investigação científica: a observação, o registro da observação e a inferência. Acredita-se que essa abordagem auxilie na compreensão desses processos, indo ao encontro do desenvolvimento do pensamento reflexivo proposto por Dewey no ensino de Biologia Celular e Molecular pelos licenciandos em Biologia e não somente a apreensão de informações nessa área de estudo.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto teve como objetivo geral desenvolver uma pesquisa empírica com um grupo de alunos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade federal brasileira, seguindo uma proposta de ensino de temas da Biologia Celular e Molecular sob a perspectiva do desenvolvimento de algumas habilidades e procedimentos da investigação científica (observação, registro da observação e inferência). Pretendeu-se investigar as percepções dos licenciandos sobre essa abordagem baseada na metodologia da pesquisa qualitativa. A coleta de dados foi realizada a partir de uma intervenção didática de trinta horas-aula.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma pesquisa empírica com um grupo de licenciandos em Ciências Biológicas apresentando uma proposta de ensino de temas da Biologia Celular e Molecular sob a perspectiva do desenvolvimento de algumas habilidades e procedimentos da investigação científica (observação, registro da observação e inferência);
- Coletar dados acerca das reflexões e percepções dos estudantes diante da abordagem de temas da Biologia Celular e Molecular sob a perspectiva do desenvolvimento de algumas habilidades e procedimentos da investigação científica.
- Apresentar situações nas quais os alunos vivenciassem a observação, o registro da observação e a inferência.

5 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi orientada pela seguinte pergunta: Quais foram as percepções de um grupo de licenciandos (n=6) sobre as observação, o registro da observação e a inferência a partir de uma unidade de ensino em Biologia Celular e Molecular que oportunizasse reflexões sobre as três habilidades? A pesquisa foi realizada em uma universidade federal brasileira da Região Centro-Oeste com alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na disciplina Ensino de Ciências e Biologia no segundo semestre de 2011. A coleta de dados deu-se durante uma sequência didática de 30 horas/aula elaborada e ministrada pela pesquisadora para os propósitos desta Dissertação.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DA PESQUISA, DOS PARTICIPANTES E SELEÇÃO DA AMOSTRA

A instituição na qual se desenvolveu a pesquisa localiza-se em uma próspera cidade interiorana do centro-oeste brasileiro, cuja economia é a quinta do seu estado, e sua população é de aproximadamente 80 mil habitantes. A universidade possui uma área de 89.992,50 m², 2.025 alunos matriculados, 229 professores e 65 técnicos administrativos e terceirizados. Anualmente, oferece vagas para 21 cursos, incluindo o de Licenciatura em Ciências Biológicas implantado em 2006. Atualmente tal curso tem duração de 8 semestres e oferta 50 vagas anuais. Para ingresso, os candidatos podem optar pela seleção por meio do exame de Vestibular ou pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU), cujo critério de seleção é a nota obtida pelo candidato no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), como única fase de seu processo seletivo.

Estruturalmente, o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas é responsável por seis laboratórios que são utilizados para fins didáticos e de pesquisa. Além disso, há 45 salas de aula no campus comuns a todos os cursos. Essas salas comportam em média 50 alunos e nelas se desenvolvem a maior parte das aulas dos alunos do campus.

A disciplina Ensino de Ciências e Biologia, na qual foi realizada esta pesquisa, é uma disciplina obrigatória do 4º período tendo como pré-requisito a Didática. Os objetivos de Ensino de Ciências e Biologia são conhecer, selecionar, organizar e rever criticamente

atividades de ensino de Ciências e de Biologia, buscando fomentar nos alunos uma reflexão sobre como essas atividades podem ser propostas mediante diferentes abordagens educacionais e teorias de aprendizagem.

A turma onde a sequência didática foi ministrada era composta por 21 alunos, 18 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, na faixa etária entre 19 e 20 anos, sendo a idade mínima de 18 e a máxima de 27 anos. Para se escolher a turma houve uma avaliação de qual disciplina poderia abranger a unidade de ensino sem que houvesse prejuízo da ementa, por isso a opção da disciplina de Ensino de Ciências e Biologia. Além disso, era necessário que os alunos já tivessem entrado em contato com o conteúdo de Microscopia (tendo em vista o tempo da pesquisa), o que ocorre geralmente durante o curso das disciplinas de Biologia Celular e Molecular e de Biologia dos Tecidos.

No que diz respeito ao contato dos alunos com conteúdos relacionados à célula, ou seja, as disciplinas de Biologia Celular e Molecular e de Biologia dos Tecidos, a partir de um questionário de sondagem (APÊNDICE D), verificou-se que 19 deles já haviam concluído as duas disciplinas (desses uma aluna havia cursado a primeira por duas vezes) e outros dois alunos ainda cursavam tanto a disciplina de Biologia Celular como a de Biologia dos Tecidos por motivo de reprovação. Dos alunos da amostra ($n=6$) todos haviam cursado as referidas disciplinas sendo que dois deles foram posteriormente monitores por um ano. Nenhuma dessas disciplinas é pré-requisito para outra, sendo inclusive ofertadas no mesmo semestre letivo (são disciplinas de 1º período).

Em relação à metodologia de aulas dessas disciplinas, as aulas de Biologia Celular e Molecular são geralmente teóricas, desenvolvidas em sala de aula com a visualização de imagens de células através de um projetor de mídia, a fim de auxiliar no aprendizado. Além disso, os alunos são orientados sobre o funcionamento e uso correto do microscópio de luz para a realização de algumas atividades práticas no decorrer das aulas. Durante o curso de Biologia dos Tecidos, além das aulas teóricas, os alunos também realizam atividades em laboratório visualizando diferentes tecidos celulares. Nessas aulas, solicita-se dos estudantes que, à medida que visualizassem o tecido ao microscópio (nos diferentes aumentos 4x, 10x e 40x) que desenhem a imagem no aumento 10x e, sempre que possível, busquem auxílio em livros-atlas disponíveis no laboratório. O professor e auxiliar técnico do laboratório continuamente auxiliam os alunos no ajuste do foco da imagem, pois os estudantes demonstram dificuldade e insegurança no manuseio do equipamento. Essas informações nos foram dadas pelo professor e auxiliar técnico do laboratório.

No início da investigação optou-se por coletar e guardar os dados de todos os alunos sabendo de antemão que muitos deles seriam descartados ao final, por falta do tempo para analisá-los, o que é um procedimento comum nas pesquisas de tipo qualitativa (MARSHALL; ROSSMAN, 1999). Dessa forma, visando reduzir a quantidade de dados gerados para a análise, ao final da unidade de ensino e, portanto, da coleta, seis (n=6) dos 21 alunos foram selecionados para fazer parte da amostra. O rendimento acadêmico dos alunos foi o critério para tal escolha. Para não cair no risco de uma amostra que não representasse a variedade do rendimento acadêmico dos diversos alunos da turma, os seguintes passos foram usados para a seleção:

- 1) Todos os alunos escolhidos deviam fazer parte do grupo de alunos aprovados na disciplina;
- 2) Considerando a nota 5,0 como mínima, foram formados 3 grupos de alunos a partir dos intervalos de notas entre 5,0 e 6,6, entre 6,7 e 8,3 e entre 8,4 e 10,0;
- 3) Para cada intervalo de notas, foram escolhidos dois alunos, cujas notas estavam entre 5,0 e 6,6; dois alunos cujas notas estavam entre 6,7 e 8,3 e dois alunos cujas notas estavam entre 8,4 e 10,0. Os dois alunos escolhidos em cada um desses grupos foram aqueles que apresentavam notas mais próximas à média do intervalo;
- 4) Somando-se aos critérios anteriores, foi verificado se os alunos escolhidos haviam sido fotografados durante as aulas desenvolvidas para a investigação, a fim de que um dos instrumentos de coleta de dados pudesse ser utilizado; o Método da Lembrança Estimulada (FALCÃO; GILBERT, 2005) (seção 5.2 abaixo). Os alunos da amostra que não atenderam a esse critério foram substituídos por aqueles que se adequavam aos critérios acima descritos.

5.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

5.2.1 Pergunta de pesquisa e instrumentos de coleta de dados

Para responder à pergunta da pesquisa, quais foram as percepções de um grupo de licenciandos (n=6) sobre a observação, o registro da observação e a inferência a partir de uma unidade de ensino em Biologia Celular e Molecular que oportunizasse reflexões sobre as três

habilidades? Os seguintes instrumentos de coleta foram utilizados: questionários, materiais derivados de atividades propostas em sala de aula durante o desenvolvimento da sequência didática, fotografias, filmagens, gravações de áudio de relatos e discussões acerca das atividades. Também foram realizadas entrevistas semi-estruturadas (MARSHALL; ROSSMAN, 1999).

A escolha do uso do Método da Lembrança Estimulada (FALCÃO; GILBERT, 2005) no transcorrer de parte da entrevista semi-estruturada deu-se por ser essa uma metodologia que estimula os entrevistados lembrar-se de pensamentos e acontecimentos que foram importantes para a coleta de dados da pesquisa. Tal método foi desenvolvido por Bloom (BLOOM, 1953) com o intuito de reavivar as lembranças de alunos após uma aula. Atualmente, o termo possui conceituação mais ampla e refere-se a uma gama de métodos de pesquisa que expõe o indivíduo pesquisado a algum tipo de registro, tais como: vídeos, áudios, fotografias, desenhos, ou simplesmente notas escritas relacionadas ou referindo-se a momentos ou atividades específicas da qual o sujeito pesquisado tenha participado durante a investigação (FALCÃO; GILBERT, 2005).

Para essa pesquisa, os participantes foram “estimulados” a recordarem o quinto momento da pesquisa (5ª aula), quando os mesmos já haviam entrado em contato sistemático com as habilidades e procedimentos básicos da investigação científica: observação, registro e inferência. A fotografia foi selecionada, pois conforme explicitado na literatura, as pessoas tendem a se comportar mais naturalmente na presença de uma câmera fotográfica do que na presença de uma câmera de vídeo (FALCÃO; GILBERT, 2005).

5.2.2 A Sequência Didática

A sequência didática de 30 horas/aula foi desenvolvida para o Ensino de Ciências e Biologia com alunos do 4º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Os alunos tinham semanalmente 5 horas/aula consecutivas, com intervalo de 20 minutos (3 horas/aula – intervalo – 2 horas/aula), totalizando uma carga horária de 96 horas/.

Em conformidade com o caráter flexível e adaptável da pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994) os conteúdos e objetivos das aulas, apesar de delineados antes do início da pesquisa, foram sendo sistematizados e adaptados ao longo do seu

desenvolvimento, tendo em vista as percepções da pesquisadora, co-orientadora e orientadora frente à receptividade e ao melhor envolvimento da turma perante as atividades propostas.

A sequência didática teve como objetivo estimular a reflexão dos discentes acerca de algumas habilidades e procedimentos próprios da investigação científica (a observação, o registro da observação e a inferência), a partir do ensino de tópicos da Biologia Celular e Molecular para que, dessa maneira, pudessem expor suas reflexões e percepções acerca dessa sequência didática.

O quadro a seguir sintetiza cada uma das aulas desenvolvidas durante a pesquisa:

Quadro 1: Síntese das aulas da sequência didática: “Reflexão sobre as habilidades e procedimentos básicos da investigação científica a partir de atividades de Biologia Celular e Molecular”

Aulas	Tema	Objetivos	Atividade - Descrição da atividade	Metodologia	Recursos
Aula 1	Introdução à reflexão da observação e registro	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre o ensino de Biologia Celular e Molecular nos dias atuais; - Discutir sobre o processo de Observação tanto no cotidiano quanto na Ciência; - Compreender o caráter subjetivo e influência dos conhecimentos prévios na Observação; - Perceber, de maneira geral, a importância dos registros da observação. 	Atividade 1 – Questionário sobre os conhecimentos dos alunos acerca das Habilidades e procedimentos da Investigação Científica e sua relevância no ensino aprendizagem de Biologia Celular e Molecular.	Aula expositiva com realização de atividades escritas individuais e atividades de discussão em grupo	<ul style="list-style-type: none"> - Questionários; - Um dado com faces de imagens de pessoas em atividades diárias; - Um dado com faces de imagens de tecidos celulares; - Texto: Habilidades fundamentais na ciência – A Observação.
			Atividade 2 – Observação de um dado com imagens de acontecimentos cotidianos		
			Atividade 3 – Observação de um dado com imagens de cortes histológicos.		
			Atividade 4 – Leitura do texto “Habilidades fundamentais na ciência: A observação.” Tradução de “Fundamental Skills in science”		
Aula 2	Observação e registro na Biologia Celular e Molecular	<ul style="list-style-type: none"> - Relembrar as partes do microscópio; - Compreender a subjetividade da observação na Biologia celular compreendendo como é visualizada a célula a partir de um microscópio de luz; - Refletir sobre alguns aspectos que envolvem a Observação e sobre a importância dos registros para a Biologia Celular e 	Atividade 5 – Discussão sobre o texto “Habilidades fundamentais na ciência: A observação”	Aula expositiva em laboratório de Biologia Celular e Molecular com atividades práticas de visualização de lâminas de tecidos celulares.	<ul style="list-style-type: none"> - Texto: Habilidades fundamentais na ciência – A Observação; - Microscópio de luz; - Lâminas, lamínulas, corantes, <i>swab</i>, bisturi, água, conta gotas, cebola.
			Atividade 6 – Relembrando a estrutura física do Microscópio de luz (partes do microscópio)		
			Atividade 7 – Formação da imagem ao microscópio de luz e implicações para o ensino-aprendizagem de Biologia Celular e Molecular		
			Atividade 8 – Visualização de Tecido epitelial vegetal (cebola)		
			Atividade 9 – Visualização de lâmina de tecido epitelial		

		Molecular.	bucal		
Aula 3	Compreenden do melhor observação e registro para inferir	- Refletir sobre o aprendizado das habilidades de observação e de registro de observação	Atividade 10 – Leitura e discussão do texto “As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia”	Aula expositiva com leitura e discussão de texto, atividades individuais escritas e atividades práticas de visualização de lâminas de tecidos celulares.	- Texto: As estruturas celulares – o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de Biologia; - Questionário; - Fichas de registro de observação; - Placa de petri, vela, fósforo; - Velas cortadas, quebradas, queimadas; - Microscópio de luz; - Lâminas preparadas de corte de fígado.
			Atividade 11 – Questionário sobre aprendizado pessoal acerca da Observação e Registro		
			Atividade 12 – Avaliação das aulas por meio de comparação com “expressões faciais”		
			Atividade 13 – Visualização de corte de fígado		
			Atividade 14 – Usando uma vela para realizar a observação, registro e inferência		
			Atividade 15 – Avaliação da aula utilizando “meios de locomoção” como comparação.		
Aula 4	Praticando a Inferência	- Relacionar inferência com observação e conhecimentos prévios; - Desenvolver a habilidade de fazer registros e inferências a partir da observação.	Atividade 16 – Questionário sobre aprendizado acerca do processo de Inferência	Aula interativa com utilização de jogos didáticos e atividades individuais escritas.	- Questionário; - Jogo Célula Adentro elaborado pela Fiocruz.
			Atividade 17 – Jogo Célula Adentro		
			Atividade 18 – Avaliação da aula comparando o aprendizado dos processos de observação, registro e inferência a partir de comparação com as “partes de uma árvore”		

Aula 5	Praticando a observação, registro e inferência	<ul style="list-style-type: none"> - Diferenciar observação de inferência a partir de situações diárias; - Refletir sobre o processo de inferência; - Inferir sobre a atividade metabólica celular a partir da observação de núcleos celulares 	<p>Atividade 19 – Diferenciação de observação e inferência a partir de imagens de acontecimentos cotidianos</p> <p>Atividade 20 – Leitura e discussão do texto “Observação e Inferência” e “Aprendendo a inferir”</p> <p>Atividade 21 – Leitura do texto de revisão sobre Núcleo e Nucléolo</p> <p>Atividade 22– Visualização de lâminas de: corte de fígado / esfregaço de sangue / corte de língua / corte de intestino delgado; para inferência de atividade metabólica da célula.</p>	Aula expositiva com atividades individuais escritas, atividades práticas de visualização de lâminas de tecidos celulares.	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de atividade escrita; - Texto: “Observação e inferência” e “Aprendendo a Inferir”; - Texto didático de revisão sobre a estrutura nuclear celular; - Microscópio de luz; - Lâminas preparadas de cortes de fígado, língua, intestino delgado e esfregaço de sangue.
Aula 6	Reflexões finais	- Refletir de maneira geral sobre a observação, registro e inferência.	<p>Atividade 23 – Avaliação da aula comparando o aprendizado dos processos de observação, registro e inferência com “comidas”</p> <p>Atividade 24 – Comparação das respostas dadas nas atividades de visualização de lâminas da aula 3 (corte de fígado) e da aula 5 (corte de fígado / esfregaço de sangue / corte de língua / corte de intestino delgado)</p> <p>Atividade 25 – Questionário “conhecendo você melhor”</p> <p>Atividade 26 – Questionário sobre conhecimentos desenvolvidos acerca das Habilidades e procedimentos da Investigação Científica e sua relevância no ensino de Biologia Celular e Molecular.</p>	Aula expositiva com realização de atividades individuais escritas.	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de atividade escrita; - Questionários.

5.2.3 A Abordagem Metodológica

Realizou-se uma pesquisa qualitativa para responder à questão: quais foram as percepções de um grupo de licenciandos (n=6) sobre as observação, o registro da observação e a inferência a partir de uma unidade de ensino em Biologia Celular e Molecular que oportunizasse reflexões sobre as três habilidades? Esse tipo de pesquisa busca investigar fenômenos sociais e comportamentos humanos em toda sua complexidade (BOGDAN; BIKLEN, 1994; SILVERMAN, 2009).

Essa investigação teve lugar no ambiente natural dos participantes, pois é a fonte direta de dados e considera-se o investigador como o principal instrumento de coleta, mesmo que ele se utilize de equipamentos como áudio ou vídeo, pois a chave da análise é o entendimento que tem – ponderando o contexto da pesquisa – frente aos registros revistos (SILVERMAN, 2009). Dessa maneira, percebe-se nessa abordagem de pesquisa um interesse maior pelo processo de acontecimento dos fenômenos, sua compreensão segundo a perspectiva dos atores no processo de desenvolvimento do indivíduo e no contexto dentro do qual esse se formou, do que na simples constatação da existência ou não do fenômeno. Além de considerar as perspectivas dos participantes - o participante é ativo - e não unicamente a do pesquisador (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Tendo em vista que a pesquisa foi uma investigação pedagógica da própria prática, ou seja, a investigadora exercia o papel de professora e investigadora ao mesmo tempo, sabe-se que uma característica desse tipo de prática é a influência que o docente exerce durante o percurso da investigação (BOGDAN; BINKLEN, 1994). Isso se deve ao fato da sua condição de partícipe da investigação e, portanto, incluso no processo da pesquisa. Contudo, a postura do professor pode contribuir para que essa influência seja minimizada. Atitudes programadas como, por exemplo, entrar em contato com a turma anteriormente à realização da pesquisa e concretizá-la em período prolongado podem diminuir o efeito da presença do docente em sala. Todavia, durante a análise dos dados é importante lembrar-se da impossibilidade de nulidade dessa influência (apesar do trabalho de triangulação) inerente à esse tipo de investigação.

É relevante ressaltar que na investigação qualitativa, geralmente, analisa-se os dados de forma indutiva, o que significa que o objetivo central durante o recolhimento de dados não é confirmar uma hipótese, mas construir abstrações à medida que as análises se realizam. Portanto, não é comum que o investigador qualitativo inicie sua investigação presumindo

quais serão as questões importantes antes de realizar sua pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

No que tange aos resultados da investigação, segundo essa orientação metodológica, esses não podem ser generalizados para além da própria pesquisa; entretanto, possibilitam a iluminação do caso, principalmente em pesquisas na área de ensino, e mostram uma investigação profunda do fenômeno por meio de um tratamento abrangente dos dados (SILVERMAN, 2009).

5.2.4 Os Procedimentos para Análise dos Resultados

Os dados obtidos durante a investigação foram coletados por meio de questionários (incluindo as atividades propostas em sala), gravação de áudio, vídeo e entrevista semi-estruturada. Todos esses dados foram fotocopiados em duas vias, uma para ser guardada e outra para ser manipulada durante a análise. Os dados escritos foram separados em pastas conforme o dia específico de aulas (seis aulas – seis pastas) e guardados em armários na casa da pesquisadora. Os arquivos de áudio e vídeo foram copiados em dois arquivos digitais, identificados por momento de coleta e armazenados em HD externo também guardado no armário específico para esse fim (GRAUE; WALSH, 1998).

Todas as informações obtidas por meio de dados escritos foram transcritas e apresentadas em caráter descritivo utilizando-se do método de transcrição literal, ou seja, respeitando a maneira como foram registrados. Os dados obtidos por áudio e vídeo, incluindo a gravação da entrevista, foram transcritos por seguimentos de tempo de modo a identificar momentos importantes para a coleta, processo denominado “log” (GRAUE; WALSH, 1998). Comentários sobre gestos, expressões faciais e comportamento do grupo de investigação também foram incluídos nos registros transcritos por meio de “log” (GÜNTHER, 2006). Em relação a essa metodologia de transcrição de áudio e vídeo realizou-se um protocolo resumido da seguinte forma:

- vídeos e áudios com mais de 5 minutos de duração foram registrados conforme a metodologia de “log”, evidenciando as principais ideias, falas e expressões a cada 5 minutos de gravação;
- vídeos e áudios com menos de 5 minutos de duração foram transcritos a cada 1 minuto de gravação.

Após esses procedimentos, iniciou-se a análise dos dados organizando-se sistematicamente as transcrições de cada aluno da amostra em quadros, comparando as reflexões e percepções desenvolvidas acerca das categorias indutivamente escolhidas (observação, registro de observação e inferência) por aula realizada, com o objetivo de aumentar a compreensão desses dados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Em relação à análise de dados, a orientadora e co-orientadora desta pesquisa participaram como pesquisadoras mais experientes, contribuindo assim para a triangulação de pesquisadores (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Tal procedimento busca melhorar a confiabilidade produzindo uma representação mais acurada, abrangente e objetiva do objeto de estudo, além de tentar superar visões parciais, por meio de comparação da análise de mesmos dados por diferentes pesquisadores (SILVERMAN, 2009).

É importante salientar que não houve manipulação dos dados em ambientes públicos, nem no local de coleta. Toda análise foi realizada em ambientes apropriados para esse fim e externos à instituição de ensino. Esse fato levou em consideração a proteção à privacidade e anonimato dos investigados, uma vez que constantemente entravam em contato com a pesquisadora, que esta também era professora da instituição.

5.3 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A coleta teve lugar após aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Brasília, sendo considerada aprovada sob o número de identificação 10-08/2011. O projeto enviado ao Comitê versava sobre a importância, objetivos, metodologia, resultados esperados e cronograma da pesquisa. O parecer de aprovação do comitê de ética em pesquisa encontram no anexo (ANEXO 1).

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde 196/96 (BRASIL, 1996) que trata das diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa com seres humanos, todos os alunos convidados a participar da pesquisa foram esclarecidos sobre o caráter da investigação, seus objetivos e sobre a possibilidade de desistirem da participação a qualquer momento e sem qualquer prejuízo. A participação não acarretaria em recompensa para o aluno, como aumento de notas na disciplina, nem tampouco em dano, déficit de notas, caso houvesse desistência.

Evidenciou-se também a ausência de riscos físicos para os participantes em virtude do desenvolvimento da pesquisa. Por conseguinte, após esclarecidos dos objetivos da investigação, os alunos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) de participação, um Termo de Consentimento de participação da pessoa como sujeito de pesquisa (APÊNDICE B) e o Termo de Cessão de Uso de Imagem, Som e Voz (APÊNDICE C).

Não houve e não haverá divulgação das imagens e vozes por qualquer meio de comunicação, tais como televisão, rádio ou internet, exceto em atividades vinculadas ao ensino e à pesquisa como, por exemplo, apresentações da pesquisa e seus resultados em conferências ou aulas. Nesses casos, as imagens serão borradas e os participantes serão evidenciados pelos pseudônimos atribuídos no intuito de garantir sigilo de identidades.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se relatados os resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, a partir da análise documental de questionários e demais atividades escritas, das filmagens e gravações das aulas e das entrevistas para trazer à luz as reflexões e percepções dos alunos, da amostra selecionada sobre algumas habilidades e procedimentos da investigação científica, e suas implicações no ensino de Biologia Celular e Molecular.

Para fazer as análises foram escolhidas as seguintes categorias: observação, registro de observação e inferência. A partir daí, confeccionaram-se tabelas de análise para cada representante da amostra comparando suas percepções e reflexões, em cada uma das categorias, durante as seis aulas desenvolvidas e durante as entrevistas. Tais análises são expostas a seguir respeitando o caráter descritivo característico da abordagem qualitativa.

A professora e duas monitoras acompanharam os alunos durante as atividades das aulas e, quando estas ocorreram no laboratório, uma técnica esteve presente para auxílio. Durante a quinta aula a orientadora desta pesquisa esteve presente no sítio.

6.1 AULA 1: INTRODUÇÃO À REFLEXÃO DA OBSERVAÇÃO E REGISTRO

Esta aula ocorreu no dia 07/10/11 no período da manhã. O horário habitual das aulas era no turno vespertino, contudo em virtude de uma programação inesperada no *campus* que seria desenvolvida na semana seguinte, foi necessário reorganizar o calendário de aulas antecipando para essa semana. Portanto realizaram-se, nesse dia, aulas nos dois turnos de estudo.

Inicialmente, foi aplicado um questionário de sondagem (APÊNDICE D) com sete questões relacionadas aos dados pessoais dos alunos (idade, ano de ingresso na universidade) e experiência docente no intuito de se obter um perfil do grupo, como explicitado no tópico “Caracterização do contexto da pesquisa e dos participantes” (item 5.1) da Metodologia dessa dissertação. O questionário também incluiu perguntas relacionadas ao período de aprendizagem escolar de Biologia Celular e Molecular; à facilidade ou à dificuldade em aprender tal disciplina, o entendimento acerca de observação, registro e inferência e sobre a

necessidade de desenvolver procedimentos e habilidades específicas para o aprendizado de Biologia Celular e Molecular.

Da amostra selecionada, todos estudaram a disciplina no ensino médio e na graduação. Um aluno declarou sua dificuldade em aprendê-la somente no ensino médio, enquanto os demais apresentaram dificuldades nos dois níveis de ensino. Alguns desses alunos relacionaram a dificuldade em aprender o conteúdo à metodologia de aula aplicada no ensino médio, identificando-a como “muito teórica” e voltada para necessidade de “decorar funções das organelas”:

Rian: “(...)eram aulas expositivas no ensino médio e expositivas e práticas na graduação. Não tive dificuldades na faculdade, mas no ensino médio foi diferente, haviam muitos nomes e funções para decorar.” (F.R.1)

Isadora: “No ensino médio as aulas eram estritamente teóricas. No ensino médio eu tinha... [dificuldade]. Antes de ingressar na universidade pensava que todas as células eram iguais e apresentavam apenas uma de cada organela, não tinha essa ideia abrangente...” (F.R.1, V.1/0-10 min)

Gisela: “Eu estudei Biologia Celular no ensino médio e na graduação, porém no ensino médio é sempre o básico, sempre teórico, não tem aula prática, os professores como se diz... é só ler o livro, manda fazer uma atividade e pronto.” (V.1/10-20 min)

Tais afirmações corroboram os comentários de Díaz de Bustamante e Jiménez Aleixandre (1996); Flores et al (2003); Rodríguez Palmero (2003) e Nigro et al (2007) que revelam a sistemática memorização e a falta de compreensão de conceitos celulares pelos alunos.

No que tange ao entendimento dos estudantes sobre as habilidades e procedimentos da investigação científica³, quatro alunos responderam a essa questão, um não respondeu e o outro não soube responder.

Em relação à categoria “observação”, nenhum aluno relacionou essa habilidade ao uso dos cinco sentidos. Além disso, uma aluna demonstrou considerar a observação um ato neutro:

³ Neste trabalho onde se lê a expressão “habilidades e procedimentos da investigação científica” estamos nos referindo à observação, registro e inferência.

Dayane: “Observação é visualizar algo, sendo interessante ou não você tem que observar, visualizar.” (F.R.1, V.1/20-30 min)

Nota-se a partir dessa afirmação que possivelmente a aluna acreditasse na nulidade de influências no ato de observar. O trecho “*sendo **interessante** ou não você tem que observar*” é discutível, pois o fato de algo ser *interessante* ou não no momento da observação é subjetivo. Conforme Eberbach e Crowley (2009), Oguz-Ünver e Yürümezoglu (2009) e Haurry (2002) não é possível realizar uma observação que esteja completamente livre das influências dos conhecimentos prévios e do referencial teórico que uma pessoa possui. As pessoas possuem crenças e conhecimentos que influenciam suas observações, suas interpretações das observações.

No que diz respeito à categoria “registro” todos os alunos relacionaram esse procedimento com a “observação” e um deles cita a fotografia e a filmagem como formas de registro:

Gisela: “registro é o que você irá anotar sobre aquele momento ou pessoa observada” (F.R.1)

Dayane: “é anotar o que foi observado.” (F.R.1)

Laura: “é um registro do ato observado, passando para o papel, tirando foto, filmagem ou algo assim. (F.R.1)

As respostas dos alunos corroboram a literatura que coloca os registros como formas de documentar as observações realizadas sejam por meio da linguagem ou de símbolos (EBERBACH e CROWLEY, 2009; LOWERY, 1992).

Sobre a categoria “inferência” apenas uma aluna respondeu, contudo a resposta não tinha relação com a habilidade:

Dayane: “é participar de alguma atividade... como na aula prática o aluno ter interferência.” (F.R.1)

Em relação à necessidade ou possibilidade de desenvolvimento de habilidades e procedimentos específicos para o aprendizado de Biologia Celular e Molecular, quatro alunos explanaram a necessidade de desenvolvê-las e desses, dois relacionaram o aprendizado à manipulação do microscópio:

Dayane: “é preciso sim habilidade... paciência para manusear o microscópio” ...”(F.R.1, V.1/20-30 min)

Laura: “sim, precisa ter habilidade ... habilidade lá no laboratório, com o microscópio... habilidade de ver no microscópio.”(F.R.1, V.1/20-30 min)

Apenas um aluno discordou, afirmando não acreditar na necessidade do discente em desenvolver habilidades específicas para compreender Biologia Celular e Molecular. Ele mencionou que o docente é quem deveria ter habilidades específicas para ensinar a disciplina:

Rian: “habilidades específicas por parte do aluno eu acho que não é necessário ter, tanto é que eu não tive aqui na faculdade uma habilidade específica mas eu aprendi por causa da professora” .”(V.1/10-20 min)

Entretanto, como Harlen (1999) afirma, o desenvolvimento de habilidades e procedimentos não deve se restringir a um grupo de profissionais, como os docentes no caso da afirmação do aluno, mas deve ser um dos objetivos da educação científica uma vez que essas habilidades e procedimentos, quando associados à aprendizagem dos conteúdos, podem ajudar os alunos a entenderem o mundo ao seu redor.

Após o término dessa primeira atividade, sugeriu-se à turma que se dispusesse formando um círculo na sala de aula para observar um dado com imagens de pessoas comuns em quatro de suas seis faces. O dado foi colocado ao centro, de maneira que, sem que o aluno se levantasse da sua carteira, não era possível observar todas as faces do dado. Essa atividade (APÊNDICE F) teve como objetivo evidenciar a subjetividade na observação. Os alunos registraram o que tinham visto e explanaram aos colegas para que fizessem uma representação mental da imagem:

Rian: “visualizei um menino negro com olhos verdes...triste... talvez ele esteja concentrado.” (V.2/0-5 min)

Laura: “vejo um senhor com barba branca, grisalhas e aparenta estar com algum comprimido na boca... é um garfo, parece...” (V.2/0-5 min)

Depois que todos explanaram seus registros de observação, virou-se o dado para que os alunos observassem as imagens descritas por seus colegas. Os alunos discutiram as divergências e semelhanças das imagens reais com as imagens idealizadas a partir das descrições:

Laura: “Não!!! Ele tem cara de quem tá sério! Ele tá sério, tá em pensando alguma coisa” (V.3/0-3 min)

Nessa fala, a aluna Laura comentou sobre a descrição da imagem visualizada pelo colega Rian, discordando do fato do menino estar “triste” e concordando com o fato de ele estar “concentrado” afirmando estar “sério”, “pensando em alguma coisa”.

O aluno Rian também discordou da descrição da imagem da aluna Laura:

Rian: “quando ela falou que era um velho, uma cara de sofrido, com o comprimido na boca, eu falei: tá querendo cometer suicídio! Mas pelo jeito, realmente, dá pra ver que é uma pessoa sofrida mesmo!” (V.3/0-3 min)

A partir de questionamentos da professora sobre o que poderia ter possibilitado observações diferentes frente a uma mesma imagem, um aluno explicou:

Rian: “eu acho que a história de vida, de tudo que a pessoa já passou, do que ela já viveu...os conhecimentos anteriores que fazem referência ao que a pessoa vive... os conhecimentos prévios.” (V.3/0-3 min)

As discussões levaram os estudantes a perceber que os registros relatavam observações influenciadas pela subjetividade do observador, bem como seus conhecimentos prévios. Os estudantes compreenderam que, portanto, sendo o registro um reflexo da observação, será ele também subjetivo e impregnado por conhecimentos prévios do observador, pois as observações não são cópias da realidade (HANSON, 1958, KUHN, 1962, POPPER, 1972; KANDEL, 1994; EBERBACH; CROWLEY, 2009).

Em seguida, foi proposta a realização dessa mesma atividade, entretanto com um dado contendo imagens de cortes histológicos (APÊNDICE G). Mais uma vez, os alunos

registraram suas observações e posteriormente as descreveram aos seus colegas. Entretanto, foi perceptível que os alunos registraram apenas a observação de uma das imagens. Em virtude da disposição das carteiras, era possível para o aluno observar até duas faces do dado. Portanto, acredita-se que o fato de terem descrito somente uma imagem seja algo que esteja relacionado ao pré-requisito dos estudantes, ou seja, eles registraram possivelmente apenas aquelas imagens que reconheceram. Dentre os alunos, alguns evidenciaram possuir mais conhecimentos prévios acerca do conteúdo biológico ao analisar a qualidade de seus registros:

Rian: “Vejo células justapostas, algumas polinucleadas, com formatos retangulares e algumas com formato meio quadriculado” (F.R.3)

Isadora: “São várias células delimitadas pela membrana, cada qual com seu núcleo esférico.” (F.R.3)

Esses alunos fazem registros que demonstram conhecimentos citológicos que provavelmente estejam relacionados ao fato desses dois alunos serem monitores da disciplina “Biologia dos Tecidos”.

Apenas uma aluna registrou a observação de duas imagens, contudo não as relacionou com células. Para essa aluna as imagens se assemelhavam à obras de arte.

Uma vez mais, os estudantes refletiram e reconheceram o caráter subjetivo da observação e a influência dos conhecimentos anteriores sobre Biologia Celular e Molecular no decorrer da observação (e conseqüentemente do registro) de uma imagem científica.

Para sintetizar os conhecimentos desenvolvidos na aula a respeito da observação, os alunos receberam um texto para leitura (ANEXO 2) e discussão para próxima aula, cujo título era: “Habilidades fundamentais na ciência – a Observação”; uma tradução do original “Fundamental Skills in science”. O conteúdo do texto versa, principalmente, sobre os condicionantes influenciadores da habilidade de observação e a importância de seu desenvolvimento em aulas de ciências.

6.2 AULA 2: OBSERVAÇÃO E REGISTRO NA BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

Como explicado no item anterior, esta aula também ocorreu no dia 07/10/11, no período vespertino no laboratório de Biologia Celular e Molecular da instituição.

Para iniciar a aula, os alunos foram estimulados a discutir sobre as ideias do texto lido na aula anterior (“Habilidades fundamentais na ciência – a observação”; uma tradução do original “Fundamental Skills in science”) a partir de um roteiro de reflexão de leitura (APÊNDICE H). Nesse momento, os alunos evidenciaram um entendimento sobre o que é observação incluindo os conhecimentos pré-existentes como agentes influenciadores, e o fato da observação estar associada ao uso dos cinco sentidos e não somente à visão:

Rian: “(...) usar outros sentidos além da visão também é observar. Observação é usar todos os sentidos.” (V.6/0-10 min)

“(...) é necessário ligar observação com o que se conhece.” (V.6/20-30 min)

Gisela: “A observação é influenciada por conhecimentos... olhar não é observar.” (V.6/0-10 min)

Os alunos ampliaram sua percepção acerca da observação não ser apenas relacionada a um único sentido (no caso a visão). Apesar de ser relevante o fato dos alunos associarem a observação aos cinco sentidos e não somente à visão, como ocorrido na primeira aula, a literatura ressalta que a observação está além do uso dos cinco sentidos, e também se relaciona com instrumentos que a potencializam (HAURY, 2002; EBERBACK, CROWLEY, 2009).

Quando questionados sobre a subjetividade da observação na Biologia Celular e Molecular, um aluno externou que ela poderia ser minimizada por instrumentos. Entretanto, deixou claro que mesmo com uso de aparelhos haveria subjetividade na observação:

Rian: “para amenizar a subjetividade existem aparelhos para auxiliar a diminuí-la mas não eliminá-la” (A.6, V.6/10-20 min)

A aluna Isadora, apesar de não responder o questionamento sobre subjetividade, relacionou o desenvolvimento da habilidade de observação à construção do fazer científico:

Isadora: “O aluno dependendo da maturidade deve ser capaz de manipular instrumentos que aprimorem a capacidade de observação como por exemplo, uso do microscópio, lupa, termômetro... enfatizar essa habilidade é importante para ensinar como se constrói o saber científico.” (V.6/20-30 min)

Percebe-se que a reflexão da estudante vai ao encontro das orientações dos PCN quando evidenciam que um dos objetivos educacionais, a ser considerado durante o aprendizado dos alunos, deve ser o desenvolvimento de habilidades e competências que permitam aos estudantes compreender e aplicar métodos e procedimentos próprios das ciências naturais (BRASIL, 2000). Ao revelar que enfatizar a observação “é importante para ensinar como se constrói o saber científico” corrobora os trabalhos de Padilla e Padilla (1986), ao explicitarem que o desenvolvimento de habilidades e procedimentos da investigação científica no ensino possibilitaria aos alunos pensarem sobre os caminhos que levam ao desenvolvimento da ciência.

Além disso, externa que as habilidades podem ser transferidas:

*Isadora: “Habilidades na investigação devem ser enfatizadas para que os alunos sejam capazes de transferir essas habilidades para outras situações.”
(V.6/20-30 min)*

Na fala da aluna Isadora percebe-se que ela acredita na possibilidade de transferir o aprendizado dessas habilidades para outras situações além do ensino de Biologia Celular Molecular. Teóricos educacionais como John Dewey (1910) acreditavam que, ao se adquirir essas habilidades, seria possível transferi-las para outras áreas de aprendizagem em ciências. Padilla e Padilla (1986) conceituaram esses processos como “uma série de habilidades transferíveis, apropriadas para muitas disciplinas científicas” (p. 5).

Dando continuidade à aula, a professora lembrou a estrutura física do microscópio de luz. O objetivo dessa revisão foi ajudar os alunos a rememorar sobre seu uso para realizar observações e registros nas práticas que foram utilizadas, com a finalidade de evidenciar uma característica do “instrumental” e sua influência sobre a observação.

Na primeira atividade (APÊNDICE I), os alunos tiveram que preparar lâminas com recortes de jornal para visualização ao microscópio de luz.

Ao questionar os estudantes sobre suas observações e impressões, a respeito de como a imagem era formada ao microscópio, os alunos demonstraram que ficaram surpresos ao perceberem que a imagem visualizada era invertida. A professora questionou então, se era do conhecimento deles que a imagem era observada dessa maneira. Todos afirmaram que não tinham ideia desse fato (V.10/0-1 min) e comentaram sobre o fato da imagem visualizada ser invertida e ampliada:

Isadora: “Ao ser visualizada no microscópio, a imagem se apresenta invertida e o tamanho está amplificado... (...) a observação da imagem ao microscópio não é real, e sim virtual.” (R.1)

Laura: “As células visualizadas no microscópio são vistas invertidas e isso não era percebido pois achávamos que a célula era daquele jeito que vimos, pois não a vemos macroscopicamente.” (R.1)

Em seguida, a docente questionou os alunos: quais seriam as implicações dessa maneira de visualizar a imagem ao microscópio de luz para a Biologia Celular e Molecular? Ao responder, os estudantes fizeram inferências relacionando a maneira de visualizar a imagem com a célula, afirmando que a imagem da célula não poderia ser considerada real mas sim virtual (V.10/0-1 min):

Isadora: “(...) a observação da imagem ao microscópio não é real, e sim virtual.” (R.1)

Um dos alunos, além de relatar como a imagem é formada ao microscópio, aponta para a necessidade de saber sobre o funcionamento do equipamento, uma vez que, para ele, pode influenciar na observação do objeto:

Rian: “A visualização é invertida e amplificada. Ao coletar dados, o observador também tem que analisar os dados em si, ou seja, a forma com que o aparelho processa o objeto.” (R.1)

Essa percepção do aluno foi evidenciada em seu registro:

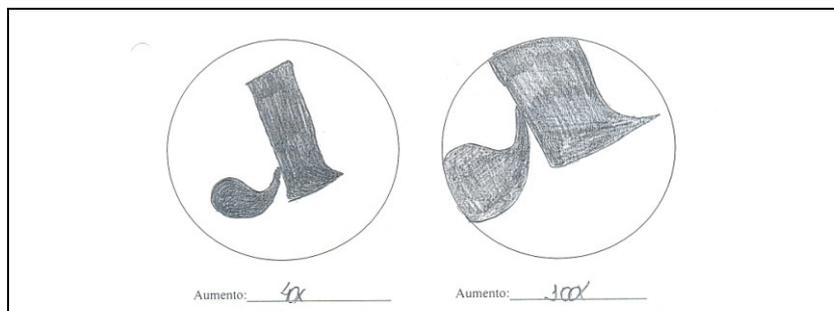


Figura 1 : registro do aluno Rian destacando a ampliação e a inversão da imagem observada ao microscópio de luz

Na segunda atividade de visualização ao microscópio os alunos prepararam lâminas de células da epiderme da cebola utilizando o roteiro de atividade da Fiocruz (<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=86>). Alguns estudantes conseguiram perceber em suas visualizações as camadas celulares existentes no tecido observado:

Isadora: “com adição do corante foi possível observar várias células justapostas, cada qual com seu núcleo. É possível perceber as várias camadas celulares.” (R.2)

Iraci: “(...) também podemos ver várias camadas.” (R.2)

Durante a terceira atividade de visualização ao microscópio para observação de células humanas em esfregaço de mucosa bucal com e sem corante (APÊNDICE J), os alunos afirmaram que o corante facilitou a visualização de estruturas celulares.

Em todas as atividades os estudantes conseguiram perceber que a observação foi influenciada pelo instrumento (microscópio) e a técnica (uso de corantes). Assim como descrito na literatura, em uma observação científica são utilizadas muitas ferramentas para apurar essa habilidade (HAURY, 2002; EBERBACK; CROWLEY, 2009; OGUZ-ÜNVER e YÜRÜMEZOĞLU, 2009).

Para finalizar a aula a professora entregou aos alunos o texto “As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de Biologia” (<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-01-Caroline-Batisteti-et-al.pdf>) como leitura para casa e para o primeiro momento de discussões e reflexões da próxima aula.

6.3 AULA 3: COMPREENDENDO MELHOR A OBSERVAÇÃO E O REGISTRO PARA INFERIR

Esta aula foi realizada no dia 21/10/11, significando um período de 15 dias de intervalo da segunda para a terceira aula.

Provavelmente em virtude do longo período de tempo entre as aulas os alunos não se lembraram da leitura do texto “As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de Biologia”. A professora então propôs que os alunos fizessem

uma releitura no primeiro momento da aula e ofereceu, mais uma vez, cópias do texto aos alunos. Contudo, a turma não se manifestou acerca da leitura e foi necessário que a professora explanasse um pouco sobre o conteúdo do texto. Mesmo assim os estudantes não relataram suas reflexões até quando foram instigados a isso.

Nesse momento a professora entregou um questionário (APÊNDICE K) cujo objetivo era conhecer sobre o aprendizado pessoal, a partir das últimas aulas, das habilidades de observação e de registro. Os alunos responderam e comentaram oralmente suas respostas.

No que concerne às percepções frente a habilidade de observação, duas alunas acreditam ser necessário prestar atenção aos detalhes do objeto no momento da observação:

Laura: “Observação é algo que tem que ser realizado com bastante atenção, detalhadamente.” (F.R.4)

Iraci: “Observação é olhar um objeto mais detalhadamente.” (F.R.4)

Provavelmente essa visão esteja associada à Biologia Celular e Molecular, pois em outras áreas a observação adequada pode ser aquela que analisa o “todo” e não os “detalhes”.

Uma vez mais, a influência dos conhecimentos prévios, como uma necessidade para melhorar a observação, aparece nessas reflexões:

Laura: “(...) para melhor observação a pessoa tem que ter conhecimento prévio do que está vendo.” (F.R.4) “Para a observação ser mais clara a pessoa tem que entender um pouco sobre o que está observando, que os conhecimentos prévios influenciam na observação” (V.16/5-10 min)

Gisela: “Para observar algo é necessário ter antes um conhecimento prévio...”(F.R.4). “(...) para observar tem que ter certo conhecimento e tem que saber o que se vai observar, se a imagem como um todo ou se uma parte só.” (V.16/5-10 min)

Em relação ao registro de observação, os estudantes também afirmaram ser esse procedimento influenciado por conhecimentos prévios, e portanto, subjetivo. Isso porque o registro é um reflexo da observação:

Dayane: “(...) cada pessoa registra de uma forma diferente... (...) esta descrição depende da cultura em que vive e dos conhecimentos prévios.”(F.R.4)

Importante notar que uma aluna mostrou muita preocupação com o fato do registro ser subjetivo e influenciado por conhecimentos prévios. Ela questionou:

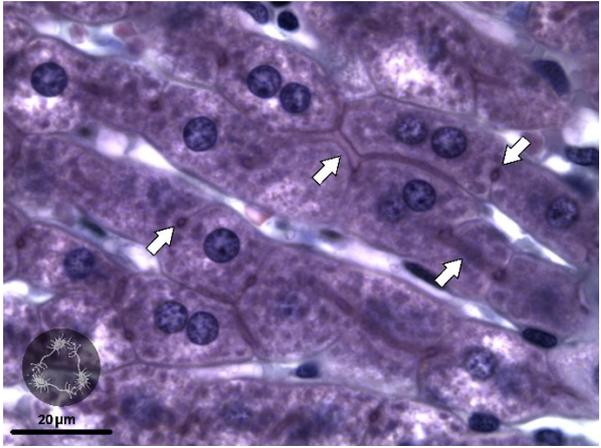
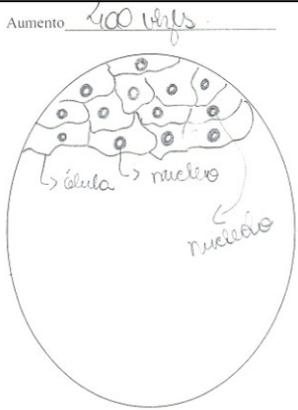
Laura: “(...) como eu vou explicar o que eu vejo para que a pessoa que está longe entenda claramente o que estou vendo?” (V.16/5-10 min).

Além disso, uma aluna refletiu sobre o fato dos primeiros cientistas provavelmente não terem registrado o objeto real observado, tendo em vista as limitações de equipamentos, que potencializavam as observações, e os conhecimentos prévios que eram diferentes:

Isaura: “será que os primeiros pesquisadores realmente estavam registrando o que eles estavam vendo? Porque eles não tinham o que temos hoje... e a cultura era diferente” (V.16/5-10 min).

A professora instigou os alunos a pensarem maneiras de amenizar a subjetividade no registro, e os alunos revelaram que uma forma seria a utilização de vocabulário mais técnico e portanto, com significado consensual diante do grupo de estudiosos de uma área de pesquisa.

Após esse período de reflexões a professora propôs aos alunos uma atividade de observação de corte histológico de fígado (APÊNDICE L). O objetivo dessa atividade prática foi realizar um contraste entre a observação e o registro dos alunos a partir da visualização da lâmina histológica. De maneira geral, foi possível perceber que os registros não condiziam com a realidade do material didático. Abaixo, segue um exemplo do registro de uma das observações:

	
<p>Figura 2: Imagem de tecido epitelial de corte de fígado observado em laboratório (site: histologia.unb.br)</p>	<p>Figura 3: Registro de observação da aluna Dayane.</p>

A professora questionou os alunos sobre seus registros e se realmente retratavam o que estavam observando. Ao usar o registro da aluna Dayane como exemplo, a professora pediu para que ela novamente observasse o tecido e depois analisasse seu registro. A aluna relatou o que visualizou ao microscópio e percebeu que seu relato não era coerente. A professora questionou a ausência das estruturas relatadas e a aluna argumentou:

Dayane: “ah, as colorações rosas que não achei importante no momento da observação mas que fazem diferença no registro... eu não desenhei porque achei que essas bolinhas [rosas] não fossem importantes.” (A.14, F.R.4)

A partir da fala da aluna, a professora arguiu os outros alunos sobre se seus registros evidenciavam ou não suas observações. Os alunos admitiram que faltavam estruturas em seus registros.

Essa discrepância entre observação e registro pode ser reflexo da falta de pré-requisitos, de qualificação na leitura de imagens citológicas e de destreza para o uso do microscópio. Considerações similares foram feitas por Díaz de Bustamante e Jiménez Aleixandre (1996) em uma pesquisa sobre interpretação de imagens em biologia.

Os estudantes enumeraram, em suas anotações, estruturas que não foram visualizadas (membrana plasmática, organelas) quando questionados acerca dos componentes celulares:

Dayane: “[observo] núcleo e membrana plasmática” (A.14, R.4)

Laura: “[observo] células, núcleos, citoplasma, nucléolo e organelas” (A.14, R.4)

Essas respostas também podem evidenciar a memorização das estruturas celulares, tendo em vista que as ciências (nesse caso a Biologia Celular e Molecular) tradicionalmente têm sido ensinadas como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos e enunciados de teorias que os alunos devem decorar (KRASILCHIK, 1987, 2009).

Em continuidade à aula, os alunos foram divididos em grupos com dois integrantes. A primeira parte da atividade (APÊNDICE M) consistiu em acender uma vela, observá-la e registrar as observações. O intuito foi discutir o que era observação e o que era inferência a partir dos registros. Apenas dois alunos da amostra estiveram presentes nesse momento da aula e expuseram oralmente suas observações. Em seus relatos verificou-se, mais uma vez, a

influência dos conhecimentos prévios nos registros e ainda a confusão entre inferência e observação:

Isaura: “A vela é composta por parafina e por uma linha que vai da extremidade superior a inferior. Essa linha se localiza dentro da parafina sendo protegido por ela, na mesma colocamos fogo, e esse fogo vai consumindo a linha e derretendo gradativamente a vela. Algumas coisas acontecem enquanto o consumo da vela acontece, por exemplo a fumaça que ela exala é negra e a linha também é negra, o que nos leva a crer que a fumaça vem da linha. A chama apresenta três cores: azul, laranja, amarelo. A parafina é transparente quando derretida e branca quando sólida. O sentido de derretimento da parafina acontece conforme a chama muda a favor do vento.” (F.R.5)

Nota-se no registro dessa aluna um conhecimento prévio acerca do material que constitui o “corpo” da vela. O uso da palavra **parafina** demonstrou que ela tinha conhecimento “do que” era feito a vela. Em relação à inferência, a aluna tentou argumentá-la quando relatou que **“a fumaça que ela exala é negra e a linha também é negra, o que nos leva a crer que a fumaça vem da linha”**. Para que ficasse clara a diferença entre observação e inferência os alunos foram questionados se o fato inferido realmente havia sido observado. Assim, após períodos de reflexões sobre esses questionamentos, a professora de maneira explícita diferenciou observação de registro usando as anotações das alunas, frase por frase, para constatarem se era um registro de observação ou uma inferência.

Para exercitar a diferença entre os dois procedimentos a professora entregou a cada dupla uma vela diferente da anterior (uma recebeu uma vela fatiada, outra uma vela em pedaços, outra quebrada ao meio, outro uma vela já queimada), caracterizando a segunda parte da atividade (APÊNDICE M). As duplas tiveram como objetivo observar o material recebido e inferir, a partir das suas observações, o que provavelmente havia acontecido à vela recebida.

Durante essa atividade os alunos discutiram entre suas duplas as possíveis inferências (V.20/0-20 min). Para a explanação de seus registros, a professora pediu que cada dupla diferenciasse o que era observação e o que era inferência naquilo que registraram. As alunas demonstraram confusão na diferenciação da observação em relação à inferência. Tal acontecimento era esperado, tendo em vista que na primeira aula todos os alunos demonstraram não saber o significado da palavra inferência. Nesse momento da aula, a professora instigou a turma a refletir sobre suas inferências e, a partir disso explicitou a diferença entre os dois procedimentos. A maioria dos alunos conseguiu perceber a diferença

entre a observação e inferência em seus registros. Entretanto, as duas alunas da amostra não se manifestaram. Portanto, não podemos concluir se elas chegaram à mesma percepção

Segundo a literatura, essa confusão para diferenciar algumas habilidades e procedimentos da investigação científica é comum, principalmente a observação em relação à inferência (LEDERMAN, 2007).

6.4 AULA 4: PRATICANDO A INFERÊNCIA

Esta aula foi realizada no dia 4/11/11, 15 dias após a terceira aula, e teve como objetivo dar continuidade às reflexões sobre a inferência, utilizando-se um questionário e uma atividade em Biologia Celular e Molecular.

A professora iniciou a atividade entregando o questionário com perguntas sobre as percepções da aula anterior (APÊNDICE N). Mais uma vez, somente duas alunas da amostra realizaram essa atividade, pois os outros participantes não estavam presentes na aula passada. Percebeu-se, por meio das explicações das alunas que elas começaram a elaborar conceitos de inferência:

Laura: “ Inferência tem a ver com imaginação, é uma coisa que você vê o jeito que ela está e imagina o porque dela estar daquele jeito, o que aconteceu através do seu conhecimento.” (F.R.7)

Isaura: “Inferência é o que se deduz sobre algo, ou seja a palavra chave é Acho, pois não se pode afirmar nada quando se infere.”(F.R.7)

Note-se que a primeira aluna utilizou a palavra “**imaginação**” como ponto principal da inferência, contudo relacionou essa habilidade à observação e ao conhecimento pré-existente. A segunda aluna usou a palavra “**acho**” como base do procedimento, acreditando que não se pode afirmar quando se infere. Apesar das limitações conceituais sobre o que é o procedimento, as alunas apresentaram crescimento em relação à aprendizagem dessa habilidade, uma vez que não conseguiram afirmar o que era inferência na primeira aula. Laura pode estar apontando para o aspecto criativo das inferências quando fala da imaginação (LAWSON, 2009). E Isaura ressalta o grau de incerteza característica das inferências do tipo indutivas (MICHAEL, 2002).

No intuito de aprofundar a reflexão sobre a inferência, a professora sugeriu como atividade o jogo *Célula Adentro* desenvolvido pela Fiocruz (<http://www.celulaadentro.com.br>). De acordo com as explicações contidas no “Caderno do professor”:

Célula adentro é um jogo de tabuleiro, investigativo, no qual os casos propostos abordam questões que envolvem a Biologia Celular e Molecular. O jogo permite que os alunos entendam, de forma lúdica, como os cientistas construíram alguns conceitos atuais fundamentais relacionados às células. O jogo se baseia na interpretação de Pistas que podem conter esquemas, figuras, experiências ou resultados com os quais a comunidade científica se deparou, além de informações atuais. Os jogadores agem como investigadores, fazendo anotações, discutindo e chegando as suas próprias conclusões para solucionar os Casos. (<http://www.celulaadentro.com.br>)

Célula Adentro pode ser jogado de duas maneiras:

– cada grupo de jogadores compete contra o relógio e, portanto, um determinado tempo é estabelecido para que se chegue à solução do caso;

– os grupos de jogadores competem entre si e, portanto, aquele que solucionar o caso primeiro é o vencedor. Esse foi o método escolhido na dinâmica da aula.

Para iniciar o jogo a professora dividiu a turma em cinco grupos com quatro alunos. Os alunos da amostra ficaram divididos da seguinte maneira:

- Isaura, Gisella e Isadora em um grupo;
- Rian e Dayane em outro grupo;
- Laura em outro grupo.

Cada grupo recebeu um jogo completo, instruções de como jogá-lo e como ocorreria a competição. Após a verificação da resposta de cada grupo, dava-se o encerramento de cada rodada. Todos os grupos liam as respostas em voz alta, explicando como haviam chegado até a solução e argumentando o que acreditavam ser observações e inferências durante o jogo.

Os casos jogados foram:

1 – Hóspede do barulho, cujo objetivo era descobrir como a mitocôndria surgiu na célula eucariota;

2 – A pérola do Nilo, cujo caso narrava a história de um roubo de uma joia e a única pista para se descobrir o ladrão era um fio de cabelo encontrado no local do roubo;

3 – Surfando na célula, no qual era necessário explicar como um vírus é transportado através da célula até o núcleo para sua replicação; e,

4 – A membrana plasmática, no qual era preciso esclarecer como os lipídeos estão organizados na membrana plasmática das células.

Na análise dos registros dos grupos, percebeu-se que os alunos mantiveram o mesmo padrão na maneira como realizaram suas observações, registros e elaboração de soluções durante as rodadas. Diante disso, escolheu-se um dos grupos e o caso “A membrana plasmática” para descrever os resultados. No texto da carta sobre o objetivo do caso há uma introdução teórica sobre o conteúdo:

As membranas celulares são essenciais para a sobrevivência da célula. A membrana plasmática envolve a célula, define seus limites e separa o citoplasma do meio externo, ambos aquosos, mas com composições químicas bem diferentes. Esta diferença entre os meios externo e interno em uma célula sugeria que deveria existir algum tipo de “barreira”. Apesar de invisível ao microscópio de luz, a existência da membrana já havia sido sugerida por cientistas, mesmo antes de ser visualizada por microscópio eletrônico. Todas as membranas biológicas são películas finíssimas compostas por lipídeos e proteínas em constante movimento. Um experimento crucial, feito em 1925 por Gorter e Grendel, foi decisivo para o entendimento da membrana. (<http://www.celulaadentro.com.br>)

O objetivo desse caso era “descobrir como os lipídeos estavam organizados nas células a partir de pistas deixadas pelos pesquisadores Gortel e Grendel”. Após a leitura da introdução do caso e das pistas encontradas durante a partida, os alunos elaboraram suas possíveis soluções do caso. Ao examinar os registros detectou-se que os grupos utilizaram poucas pistas do jogo. O grupo do qual a aluna Laura era participante registrou as seguintes informações contidas nas cartas:

Carta Complexo de Golgi: “lipídios extraídos das hemácias por centrifugação.”

Carta Lisossomo: “acetona não remove lipídeos”

Carta Matriz celular: “duas linhas escuras”

Contudo, as informações eram mais abrangentes. Tome-se como exemplo a carta Complexo de Golgi a seguir:

COMPLEXO
DE GOLGI



A Membrana
Plasmática



Gortel e Grendel, em seu experimento, estimaram a área que os lipídeos extraídos das hemácias ocupavam sobre a água (Fista da Mitocôndria). Depois, compararam esses valores com a área de superfície das hemácias nos animais estudados, obtendo os resultados abaixo:

Animais	A) Área total ocupada na água pelos lipídeos extraídos das hemácias (μm^2)	B) Área total das hemácias (μm^2)
Cachorro	62	31.3
Carneiro	6.2	2.95
Coelho	9.9	5.48
Bode	0.66	0.33
Homem	0.92	0.47

Figura 4: Carta-pista “Complexo de Golgi” da partida “Membrana Plasmática” do jogo Célula Adentro. Fonte: <http://www.celulaadentro.com.br>

O dado relevante dessa carta, no entanto, era a informação sobre a comparação das áreas das superfícies das hemácias nos animais estudados por Gortel e Grendel, isto é, os dados contidos na tabela. Nenhum dos grupos relacionou essa informação com o caso.

No que tange à carta “matriz celular,” o registro foi coerente com o dado fornecido e essa informação auxiliava a solução, apesar de não ser fruto das pesquisas desenvolvidas por Gortel e Grendel.

Expõe-se a seguir, a solução construída pelo grupo da aluna Laura:

“A membrana plasmática é formada por uma bicamada lipídica. Os lipídeos apresentam uma cabeça hidrofílica (que tem atração pela água) e uma cauda hidrofóbica (que repele a água). Os lipídeos estão dispostos com suas caudas apontando para o mesmo lado (o centro da membrana). Depois da centrifugação das hemácias, os lipídeos ficaram dispersos sobre a água. A cauda hidrofóbica é solúvel em acetona e a cauda hidrofílica é solúvel em água. Os lipídeos não foram completamente solúveis (removidos) na acetona, devido sua cabeça hidrofóbica. Esses lipídeos são fosfolipídeos.”

Na solução do caso, entretanto, percebeu-se na resposta do grupo da aluna que algumas informações não correspondiam às três cartas registradas, mas advinham de outras cartas do jogo. Percebeu-se que mesmo não havendo registro escrito feito pelos alunos no caderno de anotações, o grupo foi capaz de utilizar tais informações para a solução do caso.

Em relação ao objetivo do caso “descobrir como os lipídeos estavam organizados nas células a partir de pistas deixadas pelos pesquisadores Gortel e Grendel” notou-se a dificuldade de todos os grupos em escolher as informações pertinentes na solução do caso.

Assim, em relação às habilidades de observação, registro e inferência, pode-se considerar que a influência dos conhecimentos prévios técnicos foi um dos maiores condicionantes durante o procedimento de observação, que se refletiu no registro e, conseqüentemente, na inferência das soluções dos casos. Esse fato foi percebido pelos estudantes que quando arguidos sobre suas percepções acerca do uso das habilidades de observação, registro e inferência durante as partidas dos jogos, disseram que não acreditavam que a observação havia sido tão importante, alegando que se utilizaram na maior parte do tempo dos conhecimentos que já possuíam em cada caso. Essa influência corrobora a literatura quando evidenciam que as observações dependem dos conhecimentos prévios e também técnicos (*domain-specific knowledge*) dos observadores (EBERBACH; CROWLEY, 2009). Apesar disso, mesmo com a utilização desses conhecimentos, os alunos não foram capazes de selecionar as informações relevantes das cartas para as soluções dos casos. Isso pode estar relacionado a uma tradição no ensino de ciências pautado em memorização de fenômenos, teorias, conceitos (KRASILCHIK, 1987, 2009).

No que diz respeito ao registro, alguns alunos expuseram a importância desse procedimento para não se esquecer dos dados que poderiam ser utilizados na solução dos casos, indo ao encontro das normas metodológicas comentadas por Bogdan e Biklen (1994) e Marshall e Rossman (1999).

Em relação à inferência os estudantes notaram a relação que esse procedimento tem com a observação, e que por muitas vezes elas foram realizadas a partir de longas discussões sobre os dados obtidos com os colegas do grupo. Percebeu-se que a atividade possibilitou o desenvolvimento de habilidades integradas da investigação científica como a interpretação de dados e a comunicação de resultados (PADILLA, 2011).

Para finalizar a aula, a professora sugeriu uma atividade avaliativa lúdica de comparação do aprendizado dos procedimentos com partes de uma árvore. Da amostra, apenas os alunos Rian e Isaura participaram.

A aluna Isaura se compara a uma flor fechada:

Isaura: “com o passar das atividades fui desabrochando para o assunto, se abrindo para os conhecimentos dos outros colegas pois eu imagino que isso seja comum, que as discussões e trocas de conhecimentos entre pessoas é [algo] corriqueiro em uma investigação científica. Sobre inferência, eu acho que esse procedimento não é acertivo, ou seja, a inferência não é algo completamente certo mesmo sendo óbvio [por meio de evidências]. Pra mim, inferência não é fato.”

A aluna percebeu que durante o jogo houve a necessidade de se fazer “**discussões e trocas de conhecimentos**” e extrapola essa percepção para a investigação científica. Em resumo, o jogo auxiliou a construção desse pensamento.

O aluno Rian afirmou ter se sentido com um caule de uma árvore:

Rian: “pra mim ficou claro que os procedimentos são as estruturas que sustentam o conhecimento científico. Que não existe maneira de construir o conhecimento sem passar por esses três passos: observação, registro e inferência.”

Nota-se na analogia que o aluno percebeu que a observação, o registro e a inferência são as básicas para a construção do conhecimento científico (LOWERY, 1992; PADILLA, 2011).

6.5 AULA 5: PRATICANDO OBSERVAÇÃO, REGISTRO E INFERÊNCIA

Esta aula ocorreu no dia 11/11/11. A professora orientadora desse trabalho esteve presente, foi apresentada aos alunos e também auxiliou a professora regente da disciplina.

A aula teve como principal objetivo reforçar a diferença entre observação e inferência e desenvolver atividades que possibilitassem aos alunos realizar inferências sobre a atividade metabólica da célula, a partir de observações de cortes histológicos ao microscópio de luz.

A primeira atividade desenvolvida foi sobre diferenciação de observação e inferência (ANEXO 3). Os alunos receberam folhas com diversas imagens e, a partir delas, deveriam escrever o que poderiam observar e o que poderiam inferir acerca das ilustrações. Abaixo, apresenta-se uma das imagens da atividade com algumas respostas utilizadas como exemplo:

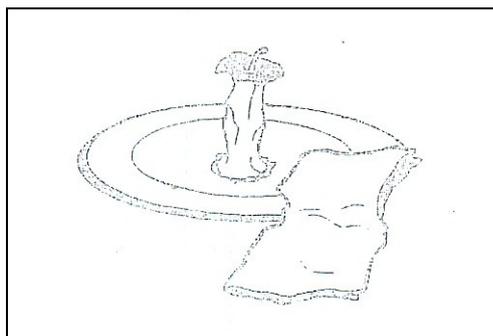


Figura 5: Imagem utilizada na sequência didática (Fonte: OSTLUND, Karen. **Science process skills: accessing hands-on student performance**. New Jersey: Pearson Learning, 1995)

Ao analisar as respostas sobre a observação e a inferência realizada a partir dessa imagem, os alunos demonstraram ter mais clareza sobre os dois procedimentos:

Isadora: “restos de maçã em um prato e um guardanapo amassado do lado” (observação) / “infere-se que uma pessoa comeu esta maçã e usou o guardanapo deixando o resto da maçã no prato.” (inferência)

Laura: “uma maçã na metade em cima de um prato com guardanapo em volta” (observação) / “uma pessoa deve ter comido a maçã e deixado dentro do prato com o guardanapo amassado ao lado.” (inferência)

Isaura: “um prato, um guardanapo, uma maçã” (observação) / “provavelmente é a imagem de um prato que já foi degustado pois a maçã está comida e o guardanapo amassado.” (inferência)

À medida que os alunos iam lendo em voz alta suas observações e inferências, os mesmos perceberam e discutiram que várias inferências poderiam ser feitas de todas as imagens. Isso é uma evidência de que eles aprenderam uns com os outros a pensar sobre a distinção entre observação e inferência, usando mais uma vez as habilidades integradas como a construção de hipóteses (LOWERY, 1992; PADILLA, 2011).

Os alunos continuaram a questionar sobre suas próprias afirmações evidenciando uma melhor compreensão da diferença entre os dois procedimentos. Isso foi explicitado por uma das alunas (e que pôde ser confirmado a partir da análise de suas respostas na atividade):

Isaura: “(...) nessa aula ficou mais claro pra mim o que é observação, o que é inferência mais do que nas aulas passadas.” (V.29/20-25 min)

A professora concordou com a aluna lembrando aos colegas que nenhum aluno soube responder o que era inferência na primeira aula e pediu para que eles conceituassem inferência. Apenas um aluno se manifestou:

Rian: “Inferências são as deduções a partir de observações.” (V.30/0-2 min)

A professora seguiu com o questionamento indagando sobre o grau de certeza das inferências, das “deduções” e o aluno completou:

Rian: “Depende do embasamento das observações.” (V.30/0-2 min)

Percebeu-se que o aluno continuou a refinar sua percepção acerca da inferência.

Para dar prosseguimento ao raciocínio, a professora indagou os alunos sobre o que seriam esses “embasamentos” citados pelo colega Rian, e uma aluna explicou:

Isaura: “São as marcas que se encontram no objeto observado.” (V.30/0-2 min)

A docente explicou que essas “marcas” são chamadas de evidências na ciência, e que são elas que davam grau maior ou menor de certeza às inferências (LEDERMAN, 2007). Assim, para dar continuidade à reflexão sobre essa habilidade, foram entregues aos alunos dois textos intitulados “Observação e Inferência” (ANEXO 4) e “Aprendendo a observar e inferir” (ANEXO 5) para leitura em sala.

Após a leitura, a professora lembrou que constantemente fazemos inferências, e que era importante para os alunos compreenderem o modo como elas ocorrem e soubessem conceituá-la. Outrossim, ressalta-se que os alunos estavam em um processo de construção da aprendizagem sobre o procedimento de inferência, pois por vezes ainda confundiam esse procedimento com a observação.

A próxima atividade, pautada em Biologia Celular e Molecular, teve como objetivo possibilitar a realização de inferências sobre a atividade metabólica da célula, a partir de observações de cortes histológicos ao microscópio de luz. No intuito de auxiliar a atividade, a professora entregou um texto de revisão sobre o núcleo celular (ANEXO 6) e fez uma leitura dinâmica enfatizando as características morfofuncionais dessa organela.

A seguir, a professora propôs uma atividade de visualização ao microscópio de luz de diversos cortes histológicos (ANEXO 7). Os alunos tiveram, como tarefa individual, que

observar as lâminas registrando em um quadro comparativo as características morfológicas das células.

A partir da análise das respostas dos quadros, pôde-se perceber que os alunos foram mais fiéis à observação em relação à forma das células, forma dos núcleos, posição dos núcleos e número de núcleos por célula. Além disso, parte das respostas sobre os aspectos das células já estavam explicitadas no texto do roteiro. Entretanto, nos itens relativos ao número de nucléolos por núcleo e grau de condensação da cromatina, as respostas dos estudantes não condiziam com os espécimens observados.

Dessa maneira, quando tiveram que inferir sobre a atividade metabólica da célula em relação à síntese de proteínas, muitas vezes, apesar da resposta estar coerente com a realidade metabólica da célula, a fundamentação não se baseava na observação da estrutura. O que sugere que mesmo em momentos nos quais os alunos acertaram as relações, não há garantias de que tenham realmente observado as características evidenciadas, e que as inferências podem refletir memorizações.

Os alunos demonstraram que apesar de compreenderem as habilidades e procedimentos básicos da investigação científica discutidas durante as aulas, não usaram de suas reflexões para responder questionamentos que demandavam conhecimentos prévios ao completar o quadro comparativo. Isso foi percebido novamente na lista de perguntas da atividade entregue após o preenchimento do quadro, com questionamentos acerca da relação existente entre o grau de condensação da cromatina e a atividade metabólica das células. Algumas dessas respostas foram:

Dayane: “quando o grau de condensação da cromatina for pouca a atividade metabólica é baixa.” (A.27, F.R.14)

Isaura: “quanto mais a cromatina está condensada menor a atividade.” A.27, F.R.14)

Laura: “o grau de condensação da cromatina é muito condensado; a atividade metabólica é baixa. A atividade metabólica é alta quando é pouco condensada.” A.27, F.R.14)

Ao analisar as duas atividades principais da aula (análise das imagens para diferenciação de observação e inferência e observação dos cortes histológicos para preenchimento do quadro comparativo), observa-se uma discrepância de respostas dos alunos em relação às habilidades e procedimentos da investigação científica. Na atividade lúdica,

percebeu-se um crescente refinamento das percepções acerca das habilidades. Na ocasião em que era necessário utilizar essas habilidades para concretizar a atividade de Biologia Celular e Molecular, houve um grande envolvimento dos participantes nos processos de observação e registro. Porém, no momento em que o registro requisitou conhecimentos prévios, talvez mais específicos (a partir da coluna de nucléolo, no quadro comparativo), os equívocos nas respostas foram constantes, incluindo as colunas das inferências.

Notou-se que a atividade de visualização ao microscópio não possibilitou refinamento das percepções acerca das habilidades e procedimentos da investigação científica, e que talvez seria mais adequado pontuar durante seu desenvolvimento a distinção dessas habilidades para a sua execução.

6.6 AULA 6: REFLEXÕES FINAIS

Esta aula ocorreu no dia 18/11/11. O objetivo foi realizar o encerramento da pesquisa coletando informações acerca das reflexões dos alunos após todas as aulas, frente às três habilidades e procedimentos da investigação científica.

A professora iniciou a aula com uma atividade de reflexão sobre as percepções que os estudantes tiveram, acerca das habilidades e procedimentos da investigação científica, até àquele momento. Apenas uma aluna da amostra realizou a atividade:

Isaura: “em relação aos processos percebi que nem tudo que tá explícito realmente é como aparenta, depende de quem observa. Em relação a inferência... eu acho que é um “achismo”... e o registro é muito importante para que se esteja certo do que foi observado e ter onde observar o estudo, se for novamente necessário.”(V.33/0-5 min)

Entretanto, um aluno discordou da colega em relação ao fundamento da inferência:

Rian: “Não acredito que a inferência é um achismo, é mais dedução a partir de observações.” (V.33/5-7 min)

Como a aluna Isaura constantemente nas aulas relacionou a inferência com um simples “achismo”, foi preciso uma intervenção da professora para explicar que a inferência não se baseava em “achismos”, mas em observações e conhecimentos já existentes sobre objetos e

fenômenos. Essa intervenção mostrou-se necessária para que a aluna e os outros estudantes não construíssem um conceito equivocado de inferência.

A professora, em sequência, entregou aos alunos a atividade realizada na aula três sobre observação de lâmina (tecido de corte de fígado) (APÊNDICE O), para compararem suas respostas com a atividade da aula cinco de visualização de cortes histológicos. Apenas três alunos realizaram essa atividade, pois foram os únicos participantes presentes nas duas aulas. Analisando as comparações, duas estudantes afirmaram que as observações nas duas aulas foram semelhantes, e uma aluna alegou que foi diferente. A aluna que afirmou acreditar que a observação foi diferente relacionou a diferença à ausência de um material de apoio na aula três, ao foco da observação e à forma como as questões foram realizadas:

Gisela: “A observação foi diferente, pois na primeira atividade não tínhamos um material de apoio, o foco que observamos também foi diferente em uma atividade observamos uma célula como um todo, na outra atividade observamos cada parte da célula separadamente. Consequentemente o comando das questões, registros e inferências foram diferentes. Na segunda atividade o conhecimento era maior, facilitando a inferência.” (F.R.15)

A fala da aluna demonstrou claramente sua percepção dos possíveis influenciadores da observação, quais sejam: material didático para consulta; as orientações das atividades e os conhecimentos prévios. A estudante aponta para a necessidade do diálogo entre o especialista e o aprendiz como algo que facilitaria seu aprendizado (EBERBACH; CROWLEY, 2009)

Para finalizar a aula, a professora entregou uma folha contendo questões sobre o entendimento dos alunos a respeito da observação, do registro, da inferência e da influência das reflexões acerca desses procedimentos desenvolvidos na sequência didática (APÊNDICE P).

Ao analisar os questionários, todos os alunos demonstraram uma sofisticação em suas percepções acerca das habilidades e procedimentos da investigação científica ao longo das aulas. Em relação à observação, a maior parte dos alunos citaram os conhecimentos prévios e a subjetividade como influenciadores da habilidade. Isso ficou evidenciado no registro da aluna:

Gisela: “Aprendi que observação precisa ter um conhecimento prévio e que ele varia de indivíduo para indivíduo.” (F.R.16)

Um dos alunos esclareceu que a compreensão dos aspectos que envolvem a observação é importante também para o entendimento de ciência como um todo:

Rian: “(...) a sua compreensão é extremamente importante para não ser confundido com inferência, facilitando, assim, a visão de que a ciência seja subjetiva e por isso mutável.” (F.R.16)

Em relação ao registro, as percepções foram mais diversas e igualmente diferentes quando comparadas àquelas que os alunos explanaram nas primeiras aulas. Os alunos incluíram a subjetividade como aspecto existente em um registro, sua importância para fortalecer as inferências bem como permitir comparações para a construção de explicações. Sobre a subjetividade:

Isaura: “O registro é fundamental pois cada um observa uma coisa diferente, logo com o registro você pode marcar o que foi visto por você.” (F.R.16)

Sobre a relação do registro com a inferência:

Rian: “O registro é importante para se ter um determinado controle sobre o que está sendo observado, dando assim melhorias e mais veracidade a inferência.” (F.R.16)

Sobre a importância do registro para a construção de explicações:

Isadora: “Os registros de várias observações permitem comparações posteriores que podem ser relevantes para a construção de uma explicação. (...) assim como todas as habilidades são importantes para a construção do conhecimento científico.” (F.R.16)

Sobre a preocupação com a linguagem a ser utilizada nos registros:

Laura: “É muito importante o registro bem observado com todos os detalhes que possam ter no que está sendo visto. Exemplo: se quero passar uma informação para uma pessoa que está longe, com os meus registros e tudo detalhado a pessoa irá conseguir entender plenamente o conteúdo que está sendo passado.” (F.R.16)

O relato dessa estudante (Laura) apresenta um avanço perceptivo em relação ao procedimento de registro, uma vez que, desde a aula três a aluna demonstrou inquietações em virtude do registro também exibir a subjetividade de seu autor. Nessa explanação a discente tentou manifestar uma maneira que, segundo suas reflexões, pudesse contribuir para minimizar a subjetividade do registro. Acentua-se a influência da atividade em biologia de

células na elaboração do discurso da aluna quando se refere à necessidade de “registro bem observado com todos os detalhes”, uma característica inerente à área de conhecimento.

No que tange às inferências, os estudantes também demonstraram percepções que não correspondiam àquelas explanadas na primeira aula. Naquele dia, nenhum aluno soube explicar o que era a inferência. Nessa última atividade escrita, os alunos evidenciaram a inferência relacionando-a a palavras como “achismo”, “deduções”, “conhecimentos prévios”, “análise de evidências” e “qualidade da observação”. A respeito do “achismo” teve-se a seguinte afirmação:

Gisela: “Inferência é aquilo que você acha que aconteceu, acha que é.” (F.R.16)

Há afirmações que demonstraram acreditar que a inferência é uma dedução:

Rian: “Inferências são as conclusões e deduções a que se chega após a análise dos registros.” (F.R.16)

A relação inferência com conhecimentos prévios foi considerada da seguinte maneira:

Laura: “Inferência é algo que você vê e não sabe como ficou, do jeito que está o objeto, você só imagina através dos seus conhecimentos o porquê isso ocorreu.” (F.R.16)

Ao considerar a qualidade da observação para a inferência a aluna afirmou:

Isadora: “(...) para a construção de uma inferência plausível é necessário fazer uma observação cautelosa e correta.” (F.R.16)

De uma maneira geral, observou-se que os alunos refletiram sobre as três habilidades durante as aulas. Porém, demonstraram uma maior compreensão dos procedimentos de observação e de registro do que de inferência. Isso pode ter ocorrido em virtude do período de tempo de aplicação da sequência didática não ser satisfatório para que os estudantes tivessem refletido sobre essa habilidade, uma vez que os alunos não tinham ideia do que se tratava a inferência. De acordo com Dewey (1910a), o desenvolvimento de habilidades e procedimentos da investigação científica é parte do processo de desenvolvimento do pensamento reflexivo. Para que os alunos formem esse pensamento é necessário dispor de tempo para exercitá-lo e compreendê-lo. Os resultados obtidos aqui são coerentes com essa

asserção. Levar em consideração que os estudantes necessitam de tempo para pensar reflexivamente é algo que deve ser considerado na elaboração de propostas educacionais que privilegiem o desenvolvimento do pensamento reflexivo integrando conteúdos e habilidades científicas.

Para sintetizar as reflexões de cada aluno durante a sequência didática, seguem abaixo quadros de comparação das percepções dos estudantes sobre cada uma das habilidades e procedimentos da investigação científica:

Quadro 2: Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica – Rian

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	<p>Não soube conceituar observação.</p> <p>Relatou observações somente das imagens que reconheceu.</p>	<p>Esclareceu que o papel da observação é coletar dados.</p> <p>Explicitou que para observar é necessário utilizar todos os sentidos.</p> <p>Evidenciou o caráter subjetivo da observação e o uso de instrumentos para minimizá-la, mas declarou ciência de que não é possível eliminá-la da observação.</p> <p>Relacionou a observação com conhecimentos prévios.</p>	Não compareceu à aula.	Evidenciou a observação como base para as inferências e como um grupo de procedimentos que sustentam o saber científico.	<p>Enfatizou a importância das observações para se fazer inferências.</p> <p>Relacionou a necessidade de se refletir sobre o processo de observação para compreender a natureza da Ciência.</p> <p>Expressou que refletir sobre o processo de observação pode auxiliar na aprendizagem de uma disciplina, pois sabendo sobre todas as influências e subjetividade que podem estar presentes no conteúdo, seria possível considerá-las no momento de aprender.</p>	<p>Conceituou observação como uma análise concreta dos fatos, apenas daquilo que realmente ocorreu externamente ao pesquisador.</p> <p>Esclareceu sobre a importância de compreender a observação para não confundi-la com inferência em uma investigação científica.</p> <p>Relacionou o entendimento do procedimento de observação à compreensão de ciência subjetiva e mutável.</p>
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	<p>Não soube conceituar registro.</p> <p>Fez registros somente de imagens que reconheceu.</p>	<p>Relacionou a subjetividade do registro à subjetividade da observação.</p> <p>Fez registros da observação semelhantes aos objetos observados.</p>	Não compareceu à aula.	Relacionou o registro ao grupo de procedimentos que sustentam o saber científico.	Relacionou a reflexão sobre o procedimento de registro à compreensão da natureza da Ciência	Explicou que o registro influencia na observação e dá veracidade à inferência.
INFERÊNCIA	<p>Não soube conceituar inferência.</p> <p>Soube inferir a partir de observações de imagens de células mas possivelmente fez inferências de observações que atendiam aos seus pré requisitos.</p>	<p>Faz inferências e relacionou as influências contidas na observação às consequentes influências na inferência.</p> <p>O aluno demonstrou ter consciência no ato do fazer científico.</p>	Não compareceu à aula.	Relacionou inferências com observações e registros e como parte de um grupo de procedimentos que sustentam o saber científico.	Conceituou inferências como deduções a partir de observações.	Demonstrou não acreditar que inferência é “achismo” mas sim conclusões e deduções que se chega a partir das observações e após a análise dos registros.

Quadro 3: Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica - Isadora

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	Conceitua observação como a capacidade de analisar determinado evento/fato.	Relacionou instrumentos e técnicas com a habilidade de observar. Explicou a ideia de que refletir sobre a observação leva a compreensão da construção do saber científico e a possibilidade de transferência dessas habilidades para outras situações. Evidenciou a subjetividade da observação.	Não compareceu à aula.	Relacionou a habilidade de observação com o procedimento de registro, evidenciando que é necessário registrar a observação para não esquecer do objeto observado.	Demonstrou influência dos conhecimentos sobre suas observações.	Conceitua observação como a análise de um fato na busca de evidências que o justificam. Declarou que a observação pode auxiliar no aprendizado de várias disciplinas curriculares. Relacionou a observação com inferência.
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	Conceitua registro de observação como um mecanismo de extrair por meio de dados o que se observa. Fez somente registros de observações que aparentemente se relacionavam aos seus conhecimentos prévios.	Relacionou a compreensão sobre esse procedimento ao entendimento de como se constrói o saber científico. Evidenciou que o desenvolvimento dessa habilidade pode ser transferido para outras áreas do conhecimento Fez registros de observação semelhantes aos objetos observados.	Não compareceu à aula.	Evidenciou o registro como um procedimento facilitador das lembranças das observações.	Demonstrou boa qualidade de registro.	Explicou que os registros permitem comparações posteriores que podem ser relevantes para a construção de uma explicação. Relacionou a habilidade de registro como extremamente importantes para a construção do conhecimento científico.
INFERÊNCIA	Realizou inferências, mas não soube conceituar.	Realizou inferências mas não evidenciou reflexões acerca dessa habilidade.	Não compareceu à aula.	Realizou inferências a partir das observações e do melhor argumento feito pelos colegas de sala. Apresentou dificuldades para diferenciar observação de inferência.	Diferenciou com mais clareza observação de inferência, mas em alguns momentos ainda demonstrou dificuldades de separar o que era observação e o que era inferência. Valeu-se de observações e conhecimentos prévios para realizar inferências	Conceitua inferência como uma habilidade relacionada à análise de evidências que justificam determinado fato. Relacionou inferência com qualidade na observação. Explicou que para uma inferência plausível é necessário fazer uma observação cautelosa.

Quadro 4:Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica - Dayane

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	Conceituou observação como a visualização de algo, sendo interessante ou não.	Demonstrou perceber a influência de instrumentos na observação.	Esclareceu que a observação é importante para descrever características das imagens observadas. Demonstrou perplexidade por ter percebido que a imagem ao microscópio é formada de maneira invertida.	Evidenciou a necessidade da atenção no ato da observação. Explanou que os conhecimentos prévios são os maiores influenciadores da observação.	Demonstrou clareza na diferenciação entre observação e inferência. Forneceu um exemplo de inferência que fugiu ao padrão das inferências realizadas por outros alunos.	Explanou a que o foco influencia a observação. Relacionou observação aos conhecimentos prévios.
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	Conceituou registro como registrar o que foi observado.	Faz registro da observação que por vezes se assemelham ao objeto observado e outras vezes não condiziam com as observações.	Declarou que a subjetividade dos registros é reflexo da subjetividade da observação. Percebeu que durante as atividades não registrou tudo que observou por acreditar que alguns pontos de sua observação não eram importantes para serem registrados. Começou a demonstrar preocupação no momento de registrar sofisticando o vocabulário ao descrever suas observações.	Afirmou não perceber quando seus registros estavam ou não condizentes com suas observações.	Demonstrou preocupação com o ato de registrar.	Esclareceu que as pessoas não registram tudo que observam e que, na verdade, no momento de registrar, registra-se somente o que o indivíduo considera importante Enfatizou a necessidade realizar registros buscando uma linguagem padronizada para que seja entendido por outros.
INFERÊNCIA	Conceituou a habilidade como a interferência do aluno em atividades práticas. Fez inferências a partir das observações que possivelmente se relacionavam ao seus conhecimentos prévios.	Realizou inferências mas não evidenciou reflexões acerca dessa habilidade.	Fez inferências tentando explicá-las a partir da observação, contudo as explicações não possuíam argumentos fortes. Ainda apresenta dificuldade de diferenciar observação de inferência.	Acreditou ter feito inferências a todo o momento durante as atividades da aula. Explicou que as inferências estão intimamente ligadas às observações, ou seja, que inferências são equivocadas quando não se fazem boas observações.	Valeu-se mais dos conhecimentos prévios para realizar inferências do que das observações.	Conceituou inferência como a dedução de algo que não se tem certeza de que ocorreu mas que se deduz ter acontecido.

Quadro 5:Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica - Laura

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	Declarou que observar é analisar um fato com mais atenção, reparando todos os detalhes.	Percebeu a influência de instrumentos e técnicas na observação.	Explicitou a observação como um procedimento que deveria ser realizado com bastante atenção, demonstrando os detalhes do objeto observado. Relacionou observação com conhecimentos prévios, esclarecendo que quanto mais conhecimentos melhor a observação.	Explanou que o principal condicionante da observação é o conhecimento prévio. Explicou que a atenção é importante na observação.	Demonstrou clareza na diferenciação entre observação e inferência	Declarou que a observação deve se pautar em detalhes. Enfatizou a necessidade de conhecimentos prévios para se compreender o que se observa.
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	Conceituou registro como o ato de registrar uma observação, sendo por meio de anotação em papel,foto ou filmagem. Esclareceu que o registro é algo que deve ser possível guardar.	Confeccionou registros que não se assemelhavam aos objetos observados durante as atividades.. Apesar de não demonstrar boa qualidade de registro evidencia uma preocupação em melhorá-los.	Demonstrou preocupação em relação ao registro, à forma de registrar, de maneira que seja algo compreensível para um futuro leitor.	Evidenciou o registro como reflexo da observação.	Demonstrou preocupação no ato de registrar buscando melhorar a qualidade de seu registro.	Explicou que os registros devem ser realizados a partir de uma observação detalhada e portanto também devem ser detalhados.
INFERÊNCIA	Não soube conceituar inferência, mas realizou-as durante as atividades.	Realizou inferências mas não evidenciou reflexões acerca dessa habilidade.	Relacionou inferência à imaginação a partir do que se observa.	Relatou que a inferência está intimamente ligada as observações explicando que quanto melhor a observação mais coerentes serão as inferências.	Demonstrou dificuldades para realizar inferências a partir de observações durante as atividades relacionada a Biologia Celular e Molecular.	Conceituou inferência como a imaginação de um acontecimento a partir da observação e de conhecimentos prévios.

Quadro 6:Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica - Gisela

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	<p>Conceituou observação creio que seja o ato de observar uma pessoa de longe sem falar nada.</p> <p>Fez observações das imagens que possivelmente se relacionavam ao seus conhecimentos prévios.</p>	<p>Percebeu a influência dos instrumentos na observação.</p> <p>Esclareceu que a observação é influenciada por conhecimentos e que usar somente a visão não é observar.</p>	<p>Relacionou observação a conhecimentos prévios.</p> <p>Demonstrou perplexidade em relação ao fato da formação da imagem ao microscópio ser invertida.</p>	<p>Evidenciou a atenção como primordial no ato de observação.</p>	<p>Demonstrou mais clareza em relação a diferenciação entre observação e inferência.</p>	<p>Comentou sobre a importância do foco e do comando na observação.</p> <p>Relatou sobre a subjetividade da observação.</p> <p>Esclareceu que o conhecimento prévio é necessário durante a observação.</p>
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	<p>Conceituou registros de observação como anotações acerca de um momento ou pessoa.</p>	<p>Fez registros que não se assemelhavam aos objetos observados durante a aula.</p>	<p>Relatou que os conhecimentos prévios influenciam no registro pois é o reflexo da observação influenciada por conhecimentos prévios.</p>	<p>Esclareceu que o registro é uma maneira de não se esquecer das características do objeto observado.</p>	<p>Demonstrou incoerência de seus registros em relação às suas observações.</p>	<p>Esclareceu que o registro é importante para a compreensão de conteúdos de Biologia Celular e Molecular.</p>
INFERÊNCIA	<p>Não soube conceituar inferência.</p>	<p>Realizou inferências, mas não evidenciou reflexões acerca dessa habilidade.</p>	<p>Se ausentou da aula.</p>	<p>Fez inferências a partir das observações e do melhor argumento feito pelos colegas de sala durante as atividades.</p> <p>Apresentou dificuldades de diferenciar observação de inferência.</p>	<p>Diferenciou com mais clareza observação de inferência.</p>	<p>Relacionou o foco da observação à facilidade para realização de inferências.</p> <p>Relacionou a inferência ao termo “achismo”.</p>

Quadro 7:Comparativo de percepções e atitudes diante das habilidades e procedimentos da investigação científica - Isaura

Habilidades e procedimentos da investigação científica	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
OBSERVAÇÃO	Não compareceu à aula.	Explanou sobre a influência dos instrumentos e de técnicas na observação.	Relacionou uma boa observação com o fato de ser detalhista. Ficou intrigada com o fato da imagem ao microscópio formar-se de maneira invertida.	Esclarece que os conhecimentos prévios são fatores condicionantes em uma observação. Declarou apresentar dificuldades para distinguir observação de registro e de inferência.. Relacionou uma boa observação ao fato de se conseguir observar o “máximo de coisas possíveis”.	Demonstrou clareza em relação a diferenciação entre observação e inferência.	Relacionou observação com conhecimentos prévios e subjetividade. Explanou que a observação é uma habilidade imprescindível no ensino de biologia celular e molecular.
REGISTRO DE OBSERVAÇÃO	Não compareceu à aula	Evidenciou registros que não se assemelhou aos objetos observados.	Conceituou registro como a anotação das observações detalhadas do objeto, com filmar e fotografar. Questionou os registros de cientistas e pesquisadores do passado frente às limitações instrumentais e de técnicas da época . Evidenciou seus conhecimentos prévios ao realizar registros.	Declarou que o registro é essencial para não se esquecer do que foi observado.	Buscou uma linguagem mais clara em seus registros mas nem sempre os relacionaram às suas observações.	Relatou que o registro é muito importante para que se esteja certo do que foi estudado e ter onde observar o estudo se for novamente necessário. Percebeu o registro como uma maneira de mostrar aos outros a sua impressão da observação.
INFERÊNCIA	Não compareceu à aula	Realizou inferências ao observar imagens ao microscópio.	Fez inferências durante as atividades da aula tentando explicá-las. Evidenciou dificuldades para diferenciar observação de inferência.	Conceituou inferência como o que se deduz sobre algo mas relacionou-a ao termo “achismo”. Declarou que não se pode afirmar nada quando se infere e que inferência não é prova de que algo ocorreu, mesmo que a explicação seja óbvia.	Diferenciou com clareza observação de inferência. Afirmou que as inferências são as “marcas” que se encontram no objeto observado. Afirmou que se os alunos pudessem inferir durante o aprendizado talvez auxiliaria na compreensão da disciplina.	Relacionou a inferência com o termo “achismo”. Percebeu a inferência como a dedução de algo.

6.7 ENTREVISTAS

As entrevistas semi-estruturadas (APÊNDICE E) foram realizadas após a finalização da sequência didática. Cada aluno foi entrevistado individualmente em local reservado e em dias diferentes, tendo em vista a disponibilidade do estudante. Utilizou-se o método da lembrança estimulada para ajudar os alunos a rememorarem as aulas (FALCÃO; GILBERT, 2005) (seção 5.1). A seguir, as descrições dessas entrevistas são feitas por categorias demonstrando as reflexões dos estudantes sobre a observação, o registro e a inferência após todas as aulas.

Em relação à observação os alunos explicaram:

Rian: “[antes das aulas] eu não tinha pensado, não tinha parado pra refletir sobre a subjetividade da observação, sobre o foco da observação que é importante. Que [no ensino] era sempre importante a gente colocar.. dar o foco da observação para o aluno. Acreditava que a observação só dependia do objeto a ser observado e não do indivíduo que o observa. (...) Penso que compreender melhor sobre os aspectos que envolvem a observação auxilia no aprendizado, porque demonstraria pra mim mesmo que o que está escrito lá no livro podem ser inferências sobre algumas observações de algum cientista.” (Áud.01)

Isadora: “muitas vezes a observação é subjetiva, mas para elaboração do conhecimento científico, as vezes tem que se libertar um pouco dessa subjetividade... eu acho que as evidências afastam um pouco essa subjetividade do conhecimento científico.. se libertar... usar termos técnicos.” (Áud.02)

Dayane: “[observar] é ver, reparar bem os detalhes, pra mim é isso.(...)[percebi] que também a gente observava só o que tava pedindo, a gente não reparava outras coisas” (Aud.03)

Laura: “Aprendi a ver a observação de um modo diferente que a gente via antes, no caso era só observar ali e pronto, agora não eu aprendi a detalhá-la mais... ah, usa não só a visão, mas todos os métodos.” (Áud.04)

Gisela: “O que a gente observa nem é aquilo que a outra pessoa observou. (...) então a observação vai muito do ponto... tipo assim, é muito pessoal, é o que a pessoa acha no caso e você pode não achar. (...) Nunca havia pensado sobre os aspectos que envolvem a observação antes das aulas.” (Áud.05)

Isaura: “saber o que observar muda o nosso jeito de entender as coisas... eu sei que observar não tá só relacionado à visão, porque eu posso observar uma coisa pelo som, entender o que é aquilo pelo som, um pássaro cantando, posso observar o que é pelo som, pelo tato, pelo olfato, isso... você pode observar usando seus cinco sentidos. (...) cada um vê de um jeito... cada um

com a sua experiência. (...) muita coisa eu não sabia em relação a observar, porque muitas vezes a gente é preguiçoso [ao observar]” (Áud.06)

Percebe-se que a principal reflexão dos alunos, conforme já evidenciado nas descrições dos resultados das aulas, foi acerca da subjetividade da observação. Apenas uma aluna relata o possível uso dos cinco sentidos (Isaura), enfatizando também a influência dos conhecimentos prévios durante a realização desse procedimento. Note-se que a percepção do aluno Rian quando relata que “compreender melhor sobre os aspectos que envolvem a observação auxilia no aprendizado, porque demonstraria pra mim mesmo que o que está escrito lá no livro podem ser inferências sobre algumas observações de algum cientista” leva-o a refletir sobre a natureza da ciência, de uma ciência como construção de conhecimentos a partir de interpretações do que nos cerca. Contudo, esse mesmo tipo de reflexão não é percebido na explanação da aluna Isadora demonstrando que o uso de uma linguagem “técnica” pode livrar a observação da subjetividade.

Duas alunas revelaram (Dayane e Laura) entender que uma boa observação está relacionada ao ato de “detalhar” o que foi visualizado. Como comentado nesse trabalho, acredita-se que essa percepção seja um reflexo da característica da observação na Biologia Celular e Molecular, e que provavelmente não se estende a todas as áreas da ciência.

No que tange às explanações em relação ao registro, os alunos relataram:

Rian: “O registro realmente reflete a observação por isso que ele também é subjetivo. (...) também o registro era coisa, pra mim antes, também automática, assim como observar.”(Áud.01)

Isadora: “Nem sempre a pessoa registra tudo que ela observou. (...) eu me preocupei, na hora de fazer o registro, em colocar mais essa linguagem técnica, tentando me libertar mais dessa subjetividade, mas isso nem sempre é possível”(Áud.02)

Dayane: “é expor, escrever tudo o que você viu.. [mas] nem sempre se registra tudo que vê... igual aquela [observação] que eu falei das “bolinhas” lá, que eu não achei interessante e eu não registrei...[o aluno ao refletir sobre registro] vai reparar direitinho e vai ver que tem mais coisas que ele deveria ter registrado.”(Áud.03)

Laura: “registro é registrar aquilo que você tá vendo conforme... registrar é... tudo, tudo que tem na figura a gente tem que registrar pra passar pra pessoa... vamos supor, eu to vendo uma figura e eu quero passar pra ela aquela mesma figura através do registro, então tem que ser bem detalhado o registro..[mas] sempre falta alguma coisa.”(Áud.04)

Gisela: “.ah, eu aprendi que registro é o que você observa, você vai descrever aquilo no papel, ou vai fotografar ou vai gravar.(...)[a subjetividade do registro é]o conhecimento que a pessoa tem, é o que ela acha. (...)[refletir

sobre] o registro durante a sua realização muda a maneira de registrar.”(Áud.05)

Isaura: “eu aprendi a importância de registro.. porque a gente as vezes só olha, observa.. ah, esse fio ali é amarelo.. mas o registro você descreve o que você está observando.. e no descrever você ganha informações sobre o objeto da observação [mas]sempre falta alguma coisa ... eu acho...nunca dá pra registrar tudo.(...) e no registro você pode indagar, você pode se perguntar também... o importante de registrar é isso.”(Áud.06)

A partir das declarações percebe-se que a maior parte dos alunos mencionou a impossibilidade de se registrar fielmente um objeto ou fato observado. A estudante Dayane, ainda, esclareceu que parte da observação pode ser omitida no registro, tendo em vista a importância que o observador concebe ao que vê. A aluna Gisela mencionou o registro como um ato que vai além de uma descrição em papel, revelando outras maneiras de registrar. Necessário evidenciar que a aluna Isaura demonstrou uma percepção do registro como influenciador dos outros dois procedimentos. Na opinião da estudante, o registro solicita maior atenção do observador e é ele que leva o indivíduo a questionar sua observação.

Em relação à inferência os alunos declararam:

Rian: “Inferência... pelo que eu compreendi é a união das evidências das observações com os nossos conhecimentos prévios, pra poder explicar fenômenos ou o que é objeto que está sendo observado.”(Áud.01)

Isadora: “aprendi assim, eu vejo uma consequência, aí eu vou determinar uma possível causa praquilo.”(Áud.02)

Dayane: “É uma coisa assim que você vê que você acha que aconteceu... não é um achismo, achismo, não é bem adivinhar, é supor o que aconteceu, qual a causa disso; por meio da observação.”(Áud.03)

Laura: “ah! Inferência eu aprendi assim: é que a gente está vendo uma coisa, a gente assim, deduz que, vamos supor, que é aquilo. Vamos supor, esse fio está aqui dobrado... eu deduzi que ele está aqui dobrado porque veio uma pessoa aqui, veio e dobrou.. mas pode não ser isso. (...) tem que utilizar os conhecimentos pra saber, pra ajudar a fazer a inferência..”(Áud.04)

Gisela: “Não aprendi, não entendi.” (Áud.05)

Isaura: “é aquele esquema né professora: nem tudo que eu vejo é o que você vê... e se eu posso inferir em alguma coisa, é poder dar minha opinião sobre aquilo, dentro daquilo. Inferência é você observar e fazer indagações sobre o que você está vendo. Porque conclusão você não pode ter de nada se você não tem certeza. (...) Vou chegar lá na cantina agora e aí vai ter um monte de salada de fruta. Aí eu vou olhar pra salada de fruta e vai ter algumas mais escuras do que as outras... eu vou fazer uma inferência: nossa essa salada deve ser de ontem, por causa da cor, da textura dela... você olha e dá pra você ver que a banana tá amarela, mais preta e tudo.”(Áud.06)

É notório que nem todos os alunos conseguiram elaborar um conceito de inferência. Contudo, é possível assegurar, quando se compara as percepções desses no início da sequência didática, que houve crescimento em sua compreensão, pois nenhum dos alunos soube explicar o que era inferência. Porém, constata-se por meio das explicações que alguns alunos ao longo das aulas elaboraram conceitos de inferência relacionando-a à “dedução” de algo ocorrido.

O aluno Rian ainda pontua, como fatores que constituem a inferência, os conhecimentos prévios somados às evidências oriundas da observação, e apenas a aluna Gisela declara não ter compreendido o procedimento.

Nota-se que a aluna Isaura apesar de não ter elaborado um conceito condizente sobre inferência conseguiu exemplificá-la de maneira clara.

Os relatos das entrevistas, mais uma vez, possibilitaram elucidar e confirmar as percepções e reflexões realizadas pelos alunos e analisadas ao longo da pesquisa.

7 CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou investigar quais foram as percepções de um grupo de licenciandos (n=6) sobre a observação, o registro e a inferência, a partir de uma unidade de ensino em Biologia Celular e Molecular que oportunizasse reflexões sobre as três habilidades. De natureza qualitativa, os dados coletados foram falas, registros escritos, entrevistas e vídeos de diálogos que aconteceram durante toda a pesquisa.

Sabe-se que qualquer estudo qualitativo é limitado pelo fato de que seus resultados não podem ser generalizados para além da amostra pesquisada, portanto, ressalta-se que os achados dessa pesquisa iluminam o caso e mostram o que podem ser alcançados em metodologias semelhantes. Mais estudos necessitam ser realizados para confirmar os resultados dessa investigação, construindo uma base teórica e empírica sólida para o desenvolvimento de habilidades e procedimentos da investigação científica no ensino de ciências.

7.1 EM RELAÇÃO AOS RESULTADOS ESPERADOS

- A sequência didática, utilizada para a realização deste trabalho, permitiu que os alunos refletissem e externassem suas percepções sobre as habilidades e procedimentos da investigação científica.
- Em relação à observação, os estudantes demonstraram compreensão sobre seu caráter subjetivo e sobre a influência dos conhecimentos pré-existentes no ato de observar.
- Também perceberam que é possível potencializar esse procedimento por meio de técnicas específicas e alguns instrumentos (nesse trabalho ficou mais evidente o instrumento “microscópio” tendo em vista o emprego de atividades de Biologia Celular e Molecular).
- No que diz respeito ao procedimento de registro, os alunos apontaram para o fato deste ser o reflexo da observação, e tal como a observação, permeado de subjetividade e conhecimentos prévios.

- Os alunos perceberam que os registros podem ser uma seleção de partes da observação de um indivíduo e dependerão do que este decide ou não registrar.
- No que tange às inferências, alguns alunos formaram um conceito dessa habilidade enquanto que outros iniciaram seu processo de compreensão. Nem todo o grupo conseguiu ter uma percepção de todos os aspectos relacionados à inferência.

7.2 EM RELAÇÃO À OUTRAS PERCEPÇÕES

- Alguns alunos explanaram que entender as habilidades e procedimentos da investigação científica possibilitava compreender a natureza da ciência e do fazer científico.
- Demonstraram também que acreditavam na possibilidade de transferência dessas habilidades para outras áreas da ciência que não somente a Biologia Celular e Molecular.
- Perceberam a necessidade de usar procedimentos integrados, tais como a comunicação e construção de hipóteses.
- Os alunos perceberam a importância de considerar os conhecimentos dos outros na construção de seu próprio conhecimento.

7.3 EM RELAÇÃO À METODOLOGIA DAS AULAS

- Constatou-se que a metodologia das aulas permitiu a reflexão e explicitação das percepções dos alunos em relação às habilidades e procedimentos da investigação científica.
- Entretanto, ao longo do processo e principalmente a partir da análise dos resultados, demais possibilidades metodológicas foram visualizadas pelo pesquisador. Na aula três, por exemplo, outras atividades poderiam se relacionar melhor com a atividade de observação de uma vela para iniciar o

processo de conceitualização da inferência. A atividade em Biologia Celular e Molecular de visualização de plasmólise e deplasmólise seria uma dessas possibilidades, pois é evidenciada uma inferência causal nesse processo, bem como na atividade da vela. Portanto, valer-se dessa prática, posteriormente à de observação e inferência no decorrer da queima de uma vela, poderia fazer uma ligação melhor com a inferência em Biologia Celular e Molecular.

7.4 EM RELAÇÃO AO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

- Para a atividade de microscopia a inserção das habilidades e procedimentos da investigação científica pode tornar a aula mais significativa. Pois uma aula em microscopia também corre o risco de levar o aluno a somente memorizar conceitos.
- O jogo *Célula Adentro* pode ser utilizado como uma atividade introdutória na disciplina de Biologia Celular e Molecular.
- O jogo *Célula Adentro* pode ser aproveitado de maneira que o professor possibilite debater os registros confeccionados pelos alunos e como utilizar esses registros para a solução dos casos, e possa ajudar os alunos a compreenderem como retirar dos dados as informações relevantes para a solução. Isso precisa ser notado pelo aluno, pois alguns desses casos possuem nítida relação com a construção de conhecimentos em Biologia Celular e Molecular.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Argus V.; MAGALHÃES, Francisco O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientle Studia**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 367-388, julho/setembro, 2010.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS). **Science for all americans**. Oxford: Oxford University Press, 1989.

ALVES, Rubem. **A alegria de ensinar**. São Paulo: Papyrus, 2010.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. 2012. **Biologia das células**. São Paulo: Moderna, 2012.

ARAÚJO-JORGE, Tania C.; CARDONA, Tania S.; MENDES, Cláudia L. S.; HENRIQUES-PONS, Andrea; MEIRELLES, Rosane M. S.; COUTINHO, Cláudia M. L. M.; AGUIAR, Luiz E.V.; MEIRELLES, Maria N. L.; de CASTRO, Solange L; BARBOSA, Helene S.; LUIZ, Maurício R. M. P. Microscopy images as interactive tools in cell modeling and cell biology education. **Cell Biology Education**, v. 3, p. 99-110, Summer 2004.

BLOOM, Benjamin S. The thought process of students in discussions. **Journal of General Education**, vol. 7, no. 3p. 160-169, 1953.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação**. Sem edição, Portugal: Porto, 1994.

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

BORGES, Regina. M. R; LIMA, Valdez. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.01, p. 165-175, 2007.

BRANDÃO, Gilberto O; FERREIRA, Louise. B. M. O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v.4, s/nº, p.43-63, 2009.

DEWEY, John. **How we think**. Buffalo, NY: Prometheus Books, 1910a.

DEWEY, John. Science as a subject matter and as a method. **Science**, 31 (787), 121-127, 1910b.

DÍAZ DE BUSTAMANTE, Joaquim; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, Maria Pilar ¿Ves lo que dibujas? Observando células com el microscopio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, p. 183-194, 1996.

DRIVER, Rosalind. **The pupil as scientist?** Philadelphia: Open University Press, 1983.

EBERBACH, Catherine; CROWLEY, Kevin. From everyday to scientific observation: how children learn to observe the biologist's world. **Review of Education Research**, v.79, nº 1, p. 39-68, março, 2009.

FALCÃO, Douglas; GILBERT, John. Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, vol 12 (suplemento), , p. 93-115, 2005.

FILOCHA, Haslam; GUNSTONE, Richard. **The influence of teachers on student observation in science classes**. In: Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 1998, San Diego, California. Proceedings. P. 1- 31.

FLORES, Fernando.; TOVAR, Maria Eugenia; GALLEGOS, Leticia. Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 2, p. 269-286, 2003.

GERLOVICH, Jack; SEXTON, Collen e MARTIN, Ralph. **Teaching science for all children**. 5ª.ed. Boston: Allyn and Bacon, 2008.

HANSON, Norwood R. **Patterns of discovery: an inquiry into the conceptual foundations of science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

HANUSCIN, Deborah L.; ROGERS, Meredith A. P. Learning to observe and infer. **Science and Children**. V. 45 n. 6 p. 56-57, february, 2008.

HARLEN, Wynne. Purposes and procedures for assessing science process skills. **Assessment in Education**. v. 6, n°1, p.129-144, 1999.

HARLEN, Wynne. **Teaching, learning and assessing science 5-12**. London: Paul Chapman, 2002.

HAURY, David L. Fundamental skills in science: observation. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

HOOKE, R. **Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon**. 1 ed., London: Royal Society, 1664.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M. (Org.). **Principles of neural science**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

KRASILCHICK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo : EPU, 1987.

KRASILCHIK, Myriam. Biologia -ensino prático. In: ANA MARIA A. CALDEIRA; ELAINE S. N. N. de ARAÚJO. **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 249- 258.

KRUCKEBERG, Robert. Constructivism, experience, and why we learn science. **Science & Education**, v. 15, n.1, p. 1-30, 2006.

KUHN, Thomas. **The structure of scientific revolutions**. 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

LAWSON, Anton. Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. **Science & Education**, Vol. 94, vol. 2, 336-364, 2009.

LEAGER, Craig. R. Observation versus inference. **Science and Children**. V. 45 n. 6 p. 48, february, 2008.

LEDERMAN, Norman G. Nature of science: past, present, and future. In Sandra Abel; Norman G. Lederman. **Handbook of science education**, New York: Routledge, 2007. p. 831-879.

LIU, Dennis. Seeing Cells on the Web. **CBE-Life Sciences Education**, v. 6, p.21-24, Spring 2007.

LORETO, Élgion L. S.; SEPEL, Lenira M. N. Atividades experimentais e didáticas de Biologia Molecular e Celular. **Cadernos de Biologia Molecular e Celular 1**. 2 ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

LOWERY, Larry. **The scientific thinking processes**. FOSS: University of California, Berkeley, 1992.

MARSHALL, Catherine; ROSSMAN, Gretchen. **Designing qualitative research**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 1999.

MARTINS, Roberto. A. Instrumentos e técnicas nas Ciências Biológicas. In: ANA MARIA A. CALDEIRA; ELAINE S. N. N. de ARAÚJO. **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 98-138.

MARTINS, Roberto. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v.6, n. 1, 2011, p. 105-142.

MAYR, Ernst. **The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance**. Massachusetts: Harvard University Press, 1985.

McCLEAN, Phillip.; JOHNSON, Christina.; ROGERS, Roxanne.; DANIELS, Lisa; REBER, John ; SLATOR, Brian M. ; TERPSTRA, Jeff; WHITE, Alan. Molecular and cellular biology animations : development and impact on student learning. **Cell Biology Education**, v.4, p. 169-179, Summer 2005.

MELLO, M.L.S.M. ; VIDAL, B.de C. **Práticas de Biologia Celular**. Editora Edgard Blucher Ltda ; Fundação de Desenvolvimento da Unicamp. São Paulo, 1980.

MESSAGE Dejour; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.

MICHAEL, Robert S. **Inquiry & Scientific Method**. Disponível em <http://www.indiana.edu/~educy520/sec5982/week_1/inquiry_sci_method02.pdf> Acesso em 7 de janeiro de 2011.

NIGRO, Rogério G. ; CAMPOS, Maria C.C. ; DESSEN, Eliana M.B. A célula vai até a escola. **Genética na escola**, v.2, n.2., p.4-10, 2007.

OGUZ-ÜNVER, Ayse; YÜRÜMEZOĞLU, Kemal. A teaching strategy for developing the power of observation in science education. **Ondokuz Mayıs University Journal of Education**, v. 28, p. 105-119, 2009.

OSTLUND, Karen. **Science process skills: Assessing hands-on student performance**. New Jersey: Pearson Learning, 1995.

PADILLA, Michael. **The Science Process Skills. Research Matters – to the Science Teacher No. 9004**. Disponível em: <<http://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>>. Acesso em: 11 de novembro de 2011.

PADILLA, Michael; PADILLA, Rosemary. **Thinking in science: The science process skills**. Athens, GA: University of Georgia. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 277549), 1986.

PLATT, J. R. Strong Inference. **Science**, New York, v. 146, nº 3642, p.347-353, outubro, 1964.

POPPER, Karl. **A Lógica da pesquisa científica**. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 1974.

REZBA, Richard; SPRAGUE, Constance; FIEL, Ronald; FUNK, James; OKEY, James; JAUS, Harold. **Learning and assessing science process skills**. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.

RODRÍGUEZ PALMERO, Maria Luz. Revisión Bibliográfica relativa a La enseñanza de La Biología y La investigación em El estudio de La célula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n.3, p. 237-263, set, 2000.

RODRÍGUEZ PALMERO, Maria Luz. La célula vista por el alumnado. How the students see the cell. **Ciência & Educação**, v. 9., n. 2, p. 229-246, 2003.

RODRÍGUEZ PALMERO, Maria Luz.; MOREIRA, Marco Antonio. Uma aproximação congnitiva al aprendizaje del concepto “Célula”: un estudio de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, nº 2, p. 45-58, maio/ago., 2002.

RUDOLPH, John. **Scientists in the classroom: the cold war reconstruction of American science education**. New York: Palgrave, 2002.

SANTOS, Wildson. L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v.12, n.36, p. 474-491, setembro/dezembro, 2007.

SELLES, Sandra. Produção dos BSCS: livros didáticos e história da disciplina escolar Biologia. In: Anais do I Simpósio Internacional – **Livro Didático: Educação e História**. São Paulo: USP, p. 1-17, 2007.

SHAPIN, Stephen. **The scientific revolution**. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

SILVA, Henrique C. da; ZIMMERMANN, Erika.; CARNEIRO, Maria.H. da S.; GASTAL, Marial Luisa; CASSIANO, Webster.S. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 12, n.2, p. 219-233, 2006.

SILVERMAN, D. **Interpretação de Dados Qualitativos: métodos para a análise de entrevistas, textos e interações**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2009

WATSON, Fiona L.; LOM, Barbara. More than a picture : helping undergraduates learn to communicate through scientific images. **CBE-Life Sciences Education**, v.7, p. 27-35, Spring 2008.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE- 2 CÓPIAS)

Prezado (a) Aluno (a):

Durante este segundo semestre acadêmico de 2011, desenvolveremos uma abordagem de Ensino de temas de Biologia Celular e Molecular neste curso sob o aspecto de desenvolvimento de algumas Habilidades e Procedimentos da Investigação Científica (observação, registro da observação e inferência).

O objetivo educacional deste trabalho é apresentar situações, em temas de Biologia Celular e Molecular, nas quais vocês, acadêmicos, possam vivenciar algumas das habilidades e procedimentos da investigação científica, a saber: observação, o registro da observação e a inferência. Durante as aulas (seis aulas com duração de cinco horas cada) serão desenvolvidas atividades práticas no laboratório de Biologia Celular e Molecular, aulas expositivas, discussão, atividades dinâmicas envolvendo observação, registro de observação e inferência, além de leituras de artigos de periódicos educacionais.

Além disso, o objetivo da pesquisa é investigar e coletar as percepções de vocês, licenciandos, sob a abordagem de temas da Biologia Celular e Molecular na perspectiva do desenvolvimento de algumas habilidades e procedimentos da investigação científica. Por estar cursando o mestrado no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, estas informações coletadas me auxiliarão na escrita da parte empírica da minha dissertação.

Para a pesquisa usaremos alguns instrumentos e atividades para coleta de dados como questionários, gravações de áudio e de vídeo, fotografia dos momentos de realização das atividades em aula, atividades escritas realizadas durante as aulas e, entrevistas semi estruturada que serão feitas com 8 alunos selecionados aleatoriamente por sorteio simples.

Gostaríamos de ressaltar que de acordo com as normas de pesquisa com seres humanos, todos os materiais coletados durante a pesquisa serão analisados confidencialmente e que seus nomes serão substituídos por pseudônimos bem como qualquer tipo de identificação pessoal. Este procedimento será mantido nas publicações advindas da pesquisa.

Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa em qualquer momento, e caso isto aconteça, não lhe será perguntado o motivo da desistência nem tampouco você sofrerá qualquer tipo de constrangimento ou penalização. Removeremos os dados coletados relativos a sua pessoa prontamente. Salientamos que sua participação na pesquisa será voluntária, ou seja, ela não acrescentará pontos em seu processo de avaliação na disciplina.

Acredito que essa pesquisa beneficiará seu aprendizado em temas de Biologia Celular e Molecular sob o desenvolvimento de habilidades e procedimentos da investigação científica, bem como sua futura carreira profissional enquanto docente, pois, lhe dará oportunidade de expressar opiniões sobre essa abordagem. Também acreditamos que a pesquisa não lhe oferecerá nenhum risco pois, será feita em seu ambiente de estudos e somente coletaremos dados relativos a sua própria aprendizagem e percepções acerca da abordagem de ensino.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio de uma apresentação que será marcada previamente com o grupo bem como o envio eletrônico (e-mail) da cópia da dissertação à todos os participantes, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

Gostaria também de informar-lhe que este projeto de pesquisa foi aprovado pela coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão e que o protocolo experimental da mesma foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Brasília. Este é acompanhado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Ministério da Saúde.

Coloco-me a sua inteira disposição para esclarecer e responder a quaisquer perguntas sobre a pesquisa neste momento ou durante o desenvolvimento da mesma. Meu nome, endereço eletrônico e telefones de contato estão listados abaixo. Adicionalmente, a Professora Dra. Louise Brandes Moura Ferreira, Professora do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília – Planaltina e minha orientadora desta pesquisa – poderá ser contatada a qualquer momento no endereço eletrônico louise@unb.br

Após estes esclarecimentos, se você decidir participar dessa pesquisa, por favor, assine este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Consentimento de participação de pessoa como sujeito de pesquisa, devidamente preenchido, abaixo. Do contrário, peço que devolva este documento em branco e sem rasuras.

Agradeço antecipadamente a atenção dispensada à essa proposta de pesquisa.

Cordialmente,

Profª. Karlla Vieira do Carmo

karlla.carmo@gmail.com

81003523

Assinatura do (a) participante

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE B**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, _____, concordo em participar da pesquisa “habilidades e procedimentos da investigação científica: percepções de licenciandos em ciências biológicas sobre o papel de uma sequência didática em Biologia Celular e Molecular” a ser desenvolvida na Universidade Federal de Goiás –Campus Catalão no segundo semestre do ano de 2011, ciente de que a pesquisadora Karlla Vieira do Carmo irá coletar dados sob a forma de questionários, entrevistas, fotografias e gravação em áudio e vídeo das aulas da unidade. O meu nome não será mencionado em nenhum documento derivado do estudo e será substituído por um pseudônimo. Estou ciente que os resultados desta pesquisa poderão ser publicados em revista científica especializada e usados para apresentações em conferências profissionais e acadêmicas. Estou ciente também de que tenho o direito de fazer qualquer questionamento ou expressar qualquer comentário referente a minha participação neste estudo, que eu tenho o direito de desistir de participar do mesmo a qualquer momento e que nenhuma pergunta me será feita e não sofrerei nenhum inconveniente por isto.

Assinatura / Data

APÊNDICE C**TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E VOZ**

Eu, _____, portador da Cédula de Identidade RG _____, AUTORIZO o uso de minha imagem, voz e som, que serão coletados durante a pesquisa de Karlla Vieira do Carmo, aluna de mestrado do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, para apresentações em conferências profissionais e acadêmicas bem como em atividades educacionais como palestras ou aulas referentes a temas vinculados ao ensino. Estou ciente que o meu nome não será mencionado em nenhuma dessas atividades nem em qualquer documento derivado do estudo e será substituído por um pseudônimo para garantir meu sigilo de identidade.

Tenho ciência também que não haverá divulgação das imagens nem som de vozes por qualquer meio de comunicação, sejam eles televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima e que esses dados (imagens, som de vozes) serão guardados em armários fechados com chave na casa da pesquisadora não sendo manipulados em ambientes públicos nem na Universidade. No entanto, caso seja necessário manipulá-los no ambiente da Universidade, esse manejo ocorrerá em sala destinada para professora pesquisadora, com portas fechadas, e documentos serão posteriormente levados para o armário de destino.

Deste modo, por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso acima descrito sem que nada possa a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem e som de voz ou a qualquer outro, bem como assino a presente autorização em 02 (dias) vias de igual teor e forma.

_____, _____ de _____ de 2011.

APÊNDICE D**QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM**

Nome: _____

Idade: _____

Ano de ingresso na universidade: _____

1 - Qual sua experiência com docência (aulas em instituição formal, aulas particulares de reforço?). Atua na educação básica (Ensino Fundamental, Ensino Médio)? Caso a resposta seja afirmativa, explicita a disciplina(s) e a série(s) que leciona.

2 - Você estudou a disciplina de Biologia Celular no ensino médio (e/ou na graduação)?

3 - Como eram as aulas? Você sentia mais facilidade ou mais dificuldade para aprender Biologia celular?

4 - O que você entende por Observação, Registro de observação e Inferência? Explique.

5 - Você acredita que para aprender Biologia Celular é necessário desenvolver, aprender ou aprimorar habilidades específicas?

APÊNDICE E

ROTEIRO DAS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

1 – Em relação a observação, você acredita que o curso te possibilitou uma reflexão acerca desta habilidade?

2 – Como você acha que compreender sobre os aspectos que envolvem a observação podem ajudar no aprendizado de Biologia Celular e Molecular? Você acha que se a disciplina Biologia da Célula o levasse a refletir sobre esse processo, tal como foi feito no curso, o aprendizado de biologia celular e molecular poderia ser mais satisfatório?

3 – O que você aprendeu sobre o registro da observação? Quando duas pessoas observam o mesmo objeto, você acredita que o registro dessas duas pessoas, acerca dessa observação, serão muito semelhantes, apenas semelhantes, diferentes ou muito diferentes? Explique.

4 – Refletir sobre o processo de registro de observação te ajudou no momento de realizar este procedimento no curso? Por exemplo, na prática com a lâmina de corte de fígado de mamífero (lembrar e mostrar o quadro) você acredita que a consciência desses processos pode ajudar um aluno a aprender melhor Biologia Celular e Molecular?

5 – O que você aprendeu acerca do processo de Inferência? Me dê um exemplo de inferência.

6 – Você acha que compreender esse processo (inferência) pode ajudar a aprender Biologia Celular e Molecular? De que maneira?

APÊNDICE F**ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO DE UM DADO COM IMAGENS DE
ACONTECIMENTOS COTIDIANOS**

Professor, para esta atividade solicite aos alunos que disponham seus assentos formando um grande círculo na sala de aula. No centro do círculo, coloque um dado grande (feito de caixa de papelão, por exemplo) com imagens do cotidiano das pessoas em cada uma das faces laterais do dado. Peça aos alunos para que:

- Observem as imagens possíveis de serem visualizadas das faces dos dados, sem se movimentarem na cadeira.
- Registrem as observações realizadas em folha própria (como apresentado a seguir).

Atividade 2: Folha para registro de observações das imagens de acontecimentos cotidianos.

Observação de dado com imagens de acontecimentos cotidianos.

- Em seguida, peça aos alunos que descrevam verbalmente a imagem visualizada especificando as características, formas e o que a imagem representou para cada um deles;
- Solicite aos estudantes que ouçam atentamente a descrição das imagens vistas por seus colegas, para que construam uma imagem mental do que está sendo descrito;
- Posteriormente, gire o dado, de maneira que as imagens antes não observadas por um grupo de alunos sejam agora visualizadas;
- Discuta as impressões que os estudantes obtiveram das imagens que até o momento não haviam sido observadas, contrastando com a figura construída mentalmente a partir das descrições dos colegas;
- Questione sobre a subjetividade e sobre a influência de conhecimentos prévios diante de uma observação.

APÊNDICE G

OBSERVAÇÃO DE UM DADO COM IMAGENS DE CORTES HISTOLÓGICOS

Para esta atividade o professor deverá pedir aos alunos que disponham as carteiras onde irão sentar-se formando um grande círculo na sala de aula. No centro do círculo o professor deve colocar um dado grande (feito de caixa de papelão, por exemplo) com imagens variadas de tecidos celulares. Peça aos alunos para que :

- Observem as imagens possíveis de serem visualizadas das faces dos dados, sem se movimentarem na cadeira.
- Registrem as observações realizadas.
- Em seguida os alunos devem descrever a imagem visualizada por cada um deles aos seus colegas: características, forma, o que a imagem representou para ele.
- Peça aos alunos que ouçam atentamente a descrição das imagens vistas por seus colegas.
- Peça aos alunos que compartilhem com os colegas as observações realizadas a partir de seus registros.
- Em seguida o professor deve girar o dado de maneira que as imagens antes não observadas pelos grupos de alunos sejam agora visualizadas.
- Os alunos devem novamente compartilhar as novas observações.
- Discutir as impressões obtidas dos relatos das observações dos colegas (das imagens antes não observadas) comparando com a impressão da imagem depois de observada.

- Após as observações o professor deve instigar os alunos a discutirem sobre a subjetividade das observações científicas, sobre a influência de conhecimentos anteriores diante de uma observação científica.

APÊNDICE H

ROTEIRO DE REFLEXÃO DE LEITURA DO TEXTO “HABILIDADES FUNADAMENTAIS NA CIÊNCIA – A OBSERVAÇÃO”

- a) De acordo com o texto, registros de observações são realizados desde a antiguidade. Conforme De Duve, qual o papel da observação na ciência?
- b) Você concorda com a afirmação de Martin (1972) que, nem toda observação corresponde a realidade? A observação pode ou não ser influenciada por algum conhecimento?
- c) A observação de um objeto será a mesma se realizada por um indivíduo leigo em relação ao objeto e por um indivíduo especialista naquele objeto?
- d) De acordo com o texto qual a importância de se enfatizar as habilidades e processos da investigação científica, como por exemplo a observação, nas aulas de ciências? E no estudo da biologia celular?

APÊNDICE I

FORMAÇÃO DA IMAGEM AO MICROSCÓPIO DE LUZ

Materiais e equipamentos:

- Conta-gotas
- Lâminas
- Água
- Lamínula
- Pedacos de papel com impressões
- Tesoura
- Microscópio

Procedimentos:

- Recorte os pedaços de papel de modo a utilizar algumas “letrinhas” (a, g, f, h, r, t) e ponha-o no centro da lâmina limpa e seca.
- Ponha uma gota de água sobre o recorte e, em seguida, coloque a lamínula. Se a quantidade de água for excessiva, retire o excesso com um lenço de papel. Para isso, basta encostar o papel junto a um dos bordos da lamínula.
- Execute todos os passos descritos para perfeita observação do objeto
- Compare a posição da letra na preparação com a imagem observada e registre suas conclusões (desenhe e escreva sua visualização).

APÊNDICE J

VISUALIZAÇÃO DE TECIDO EPITELIAL BUCAL

Materiais e equipamentos:

- Papel toalha
- Lâminas e lamínulas
- Swab
- Azul de metileno ou violeta de genciana
- Conta gotas

Procedimentos

- Antes de iniciar a atividade, higienize as mãos com água e sabão e lave a boca.
- Raspe a parte interna da bochecha com swab.
- Esfregue o swab levemente em uma lâmina e cubra com a lamínula.
- Observe ao microscópio e registre.
- Em seguida, retire a lâmina do microscópio e pingue duas gotas de azul de metileno ao longo de um dos bordos da lamínula.
- Com o papel filtro ou papel toalha, aspire na margem oposta até a infiltração do corante.
- Leve ao microscópio, observe e registre.

APÊNDICE K**QUESTIONÁRIO SOBRE APRENDIZADO PESSOAL ACERCA DA OBSERVAÇÃO
E REGISTRO**

1 - O que você aprendeu sobre observação e registro da observação nas últimas aulas?

2 – As atividades do último encontro o(a) fizeram ficar pensando sobre alguma coisa? Em caso afirmativo escreva explicitando sua ideia

APÊNDICE L

VISUALIZAÇÃO DE CORTE DE FÍGADO

Roteiro:

- Pegar uma lâmina de hepatócito para visualizar
- Focalizar o tecido da lâmina
- Explorar bem a lâmina, tentando observar completamente o tecido
- Desenhar a visualização especificando o aumento e as estruturas observadas (citoplasma, núcleo, nucléolo)

Questões:

- a) O que você está vendo?
- b) Quais são as estruturas celulares possíveis de observar?
- c) Você conseguiu visualizar o núcleo celular? Descreva-o.
- d) Discutir com os alunos suas respostas lembrando o texto da Batisteti.

APÊNDICE M

USANDO UMA VELA PARA REALIZAR OBSERVAÇÃO, REGISTRO E INFERÊNCIA

Procedimento para a atividade:

- a) Formar grupos com no máximo quatro integrantes.
- a) Distribuir folhas em branco a cada integrante do grupo.
- b) Entregar ao grupo uma vela inteira, fósforo e uma placa de petri.
- c) O grupo deverá acender a vela, fixá-la a placa de petri.
- d) Os integrantes do grupo deverão observar a vela queimando.
- e) Cada integrante do grupo deverá registrar, na folha que receberam, suas observações.
- f) Posteriormente o grupo receberá uma vela diferente da anterior (dois grupos receberão uma vela toda fatiada, em pedaços, um grupo receberá uma vela quebrada ao meio e dois grupos receberão uma vela já queimada).
- g) Cada integrante do grupo deverá observar a vela recebida, inferir o que aconteceu à vela que a fez ficar da forma como está e registrar essas inferências.
- h) Em seguida, devem expor à turma o conteúdo dos registros explicando tanto as observações quanto às inferências.

APÊNDICE N**QUESTIONÁRIO SOBRE APRENDIZADO ACERCA DO PROCESSO DE
INFERÊNCIA**

1 - O que você aprendeu sobre inferência no último encontro?

2 – A leitura e as atividades da última aula – em laboratório – o(a) fizeram ficar pensando sobre alguma coisa? Em caso afirmativo escreva explicitando sua ideia.

3 – Exponha o que você achou interessante sobre a identificação do núcleo a partir da leitura e das observações na aula anterior.

APÊNDICE O**ATIVIDADE DE COMPARAÇÃO ENTRE A ATIVIDADE REALIZADA NA AULA 3
SOBRE OBSERVAÇÃO DE LÂMINA DE TECIDO DE CORTE DE FÍGADO E DA
AULA 5 DE VISUALIZAÇÃO DE DIVERSOS CORTES HISTOLÓGICOS.****Questão:**

“O que você considera que foi semelhante ou diferente entre as duas aulas: observações, comando das questões, registros, inferências?”

APÊNDICE P

QUESTIONÁRIOS SOBRE CONHECIMENTOS DESENVOLVIDOS ACERCA DAS HABILIDADES E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E SUA RELEVÂNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

1. O que você aprendeu sobre observação nas nossas aulas? Você acredita que refletir sobre a observação pode auxiliar no aprendizado de biologia celular e molecular? Dê um exemplo, por favor.
2. Como você vê a importância do registro no aprendizado de biologia celular e molecular? Você poderia dar um exemplo?
3. Após as aulas, o que você entende agora por inferência? Em que momento das aulas isso aconteceu? Por favor, descreva esse processo fazendo relação com as aulas.
4. Tente lembrar os momentos de todas as 6 aulas que tivemos e escreva quais foram as percepções que mais o (a) marcaram tendo em vista o que foi abordado (observação, registro e inferência) nessas aulas.

ANEXO 1

PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Comitê de Ética em Pesquisa
Instituto de Ciências Humanas
Universidade de Brasília

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Humanas
Campus Universitário Darcy Ribeiro

ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Título do Projeto: "HABILIDADES E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS SOBRE O PAPEL DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR"

Pesquisador(a) responsável: KARLLA VIEIRA DO CARMO

Com base nas Resoluções 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos, resolveu **APROVAR** o projeto intitulado "HABILIDADES E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS SOBRE O PAPEL DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR".

O pesquisador responsável fica notificado da obrigatoriedade da apresentação de um relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (itens VII.13 letra "d" e IX.2 letra "c" da Resolução CNS 196/96).

Brasília, 06 de setembro de 2011.

Debora Diniz
Coordenadora Geral – CEP/IH

ANEXO 2**TEXTO: HABILIDADES FUNDAMENTAIS NA CIÊNCIA: A OBSERVAÇÃO**

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo:

HAURY, David L. Fundamental Skills in Science: Observation.. Educational Resources Information Center. **Clearinghouse for Science Mathematics and Enviromental Education**, Columbus, setembro, 2002.

ANEXO 3**DIFERENCIAÇÃO DE OBSERVAÇÃO E INFERÊNCIA A PARTIR DE IMAGENS**

Atividade retirada do Livro Science process skills: Assessing hands-on student performance.

Referência desse anexo:

OSTLUND, Karen. **Science process skills: Assessing hands-on student performance**. New Jersey: Pearson Learning, 1995.

ANEXO 4**TEXTO: OBSERVAÇÃO E INFERÊNCIA**

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, páginas 56-57.

Referência desse anexo

HANUSCIN, Deborah L.; ROGERS, Meredith A. P. Learning to observe and infer. **Science and Children**. V. 45 n. 6 p. 56-57, february, 2008.

ANEXO 5

TEXTO: APRENDENDO A OBSERVAR E INFERIR

Texto retirado da revista Science and Children de fevereiro de 2008, página 48.

Referência desse anexo

LEAGER, Craig. R. Observation versus inference. **Science and Children**. V. 45 n. 6 p. 48, february, 2008.

ANEXO 6**TEXTO DE REVISÃO DE NÚCLEO E NUCLÉOLO**

Texto retirado da Prática nº 12 – Núcleo e Nucléolo, páginas 101-102. Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988, p.101-102.

Texto retirado da Prática nº 12 – Núcleo e Nucléolo, páginas 101-102. Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988, p.101-102.

ANEXO 7

VISUALIZAÇÃO DE CORTES HISTOLÓGICOS

Atividade de procedimentos de visualização de diversos cortes histológicos retirada da Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Atividade de procedimentos de visualização de diversos cortes histológicos retirada da Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Atividade retirada da Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.

QUADRO COMPARATIVO – Baseado em atividade retirada da Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988

Material		Características						Habilidades e Procedimentos da Investigação Científica	
Tipo	Células	Forma das células	Formas dos núcleos	Posição dos núcleos	Nº de núcleos por célula	Nº de nucléolos por núcleo	Grau de condensação da cromatina	Inferência da atividade metabólica em relação a síntese de proteínas	Observações que fundamentam a inferência da atividade metabólica
Fígado	Hepatócitos								
Sangue de mamífero	Hemácias								
	Leucócitos								
Língua	Fibras musculares estriadas								
Epitélio intestinal	Células de absorção								
	Células caliciformes								

MESSAGE Dejour; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.

Questões da atividade de visualização de diversos cortes histológicos retiradas da Apostila: Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, 1988

Referência desse anexo

MESSAGE Dejair; BARROS, Everaldo G.; GRASSIOTTO, Irani Q.; SILVA, Marco A.P.; FERNANDES, Ricardo G.; NETO, José L. **Práticas de Citologia (Morfologia e Fisiologia)**. Universidade Federal de Viçosa, 1988.