



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

FABRÍCIO ANDRÉ LIMA CAVALCANTE

**O ENSINO POR PROBLEMA DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA
ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2016

FABRÍCIO ANDRÉ LIMA CAVALCANTE

**O ENSINO POR PROBLEMA DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA
ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Metodologia, Didática e Formação do Professor no Ensino de Ciências e Educação Matemática

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Adelino da Silva Dias

CAMPINA GRANDE – PB

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376e Cavalcante, Fabrício André Lima.

O ensino por problema dos conteúdos de citologia em uma escola pública de ensino médio em Campina Grande - PB [manuscrito] / Fabrício André Lima Cavalcante. - 2016. 147 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Márcia Adelino da Silva Dias, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Ensino de Ciências. 2. Ensino por problema. 3. Metodologia de ensino. 4. Citologia. I. Título.

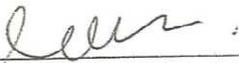
21. ed. CDD 371.3

FABRÍCIO ANDRÉ LIMA CAVALCANTE

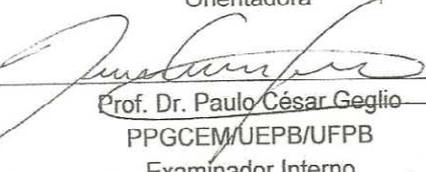
**O ENSINO POR PROBLEMA DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA
ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB**

Dissertação de Mestrado a ser submetida à banca examinadora de defesa de Dissertação, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática, pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

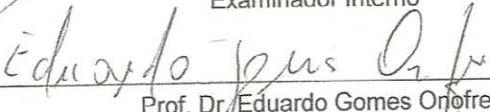
Aprovado em 27/09 / 2016



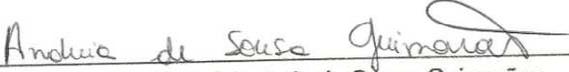
Prof.ª Dr.ª Márcia Adelino da Silva Dias
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
Orientadora



Prof. Dr. Paulo César Goglio
PPGCEM/UEPB/UFPB
Examinador Interno



Prof. Dr. Eduardo Gomes Orjofre
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Examinador Interno



Prof.ª Dr.ª Andreia de Sousa Guimarães
DCFS/UFPB
Examinador Externo

Dedico este trabalho a minha mãe,
Maria do Socorro Lima Cavalcante.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por me inspirar, todos os dias, a ser uma pessoa melhor e fazer-me enxergar como é maravilhosa a natureza que Ele criou;

Ao meu pai, aos meus avós paternos e maternos, aos tios, aos parentes e aos amigos que um dia estiveram aqui entre nós e puderam semear o bem e contribuir para que tenhamos um mundo melhor;

À minha mãe, por seu caráter, seu exemplo de mulher guerreira e batalhadora, por quem sou apaixonado e grato eternamente, enfim, por tudo o que me ensinou a ser;

À minha irmã, ao meu irmão e a minha cunhada, minha admiração e carinho;

À minha família, pelo exemplo de força e dignidade;

A todas as crianças que embelezam nossos dias, principalmente aos meus sobrinhos Arthur e Eduardo Neto;

Aos meus amigos que, de uma forma ou de outra, compuseram uma parte da minha história, em especial, a Felipe Almeida, Érica Valéria, Franklin Kobayashi, Tiago Silva, Ricarte Passos e Thassia Christina;

Aos meus colegas de classe, através de quem tive momentos maravilhosos durante o ensino básico, a graduação e a pós-graduação. Sempre os recordarei;

Aos mestres e aos funcionários do Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, que propiciaram nosso engrandecimento não só como profissionais, mas também como ser humano;

À Escola Estadual de Ensino Médio e Educação Profissional Dr. Elpídio de Almeida (Estadual da Prata), aos seus diretores, ao corpo docente, aos funcionários e aos estudantes que colaboraram para a execução deste trabalho;

Aos colegas e bolsistas do Programa Institucional de Bolsas e Iniciação à Docência (PIBIC), com os quais, ao longo desses anos de experiência no programa, tive a oportunidade de refletir e de melhorar minha prática docente;

À minha orientadora, a Dra. Márcia Adelino da Silva Dias. Durante todos esses anos de convivência, seja você em sua função de coordenadora do PIBID, de professora do Mestrado ou de amiga nas horas de confraternização, pude reconhecer que, além de uma excelente profissional, é um ser humano exemplar. Obrigado por tudo e, principalmente, por me proporcionar a expansão de novos conhecimentos na área de Educação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento do projeto através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência PIBID/UEPB.

“A consciência da complexidade nos faz compreender que não poderemos escapar jamais da incerteza e que jamais poderemos ter um saber total: 'a totalidade é a não verdade”.

Edgar Morin

RESUMO

Os avanços científicos têm permitido mais contextualização do currículo escolar, principalmente no Ensino de Ciências. Na sala de aula, a abordagem contextualizada desses conhecimentos é indispensável, uma vez que proporciona transcendência do conteúdo para o cotidiano. Nessa perspectiva, o objetivo desta investigação foi de criar um projeto de ensino, em que abordam os conteúdos de Citologia, na perspectiva do pensamento sistêmico. A estratégia didática adotada foi o ensino por problema, que pode proporcionar ao estudante uma prática reflexiva, para que ele retorne à sua realidade com soluções que visem melhorar o aprendizado e, conseqüentemente, à aplicação do conhecimento. O estudo exploratório descritivo foi realizado no período de setembro a outubro de 2014, com 28 estudantes da terceira série de uma escola pública que aderiu ao Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI), localizada na cidade de Campina Grande - Paraíba. Os dados foram coletados por meio de gravação de áudio e da aplicação de um questionário com questões subjetivas e objetivas. O projeto foi desenvolvido no âmbito do Programa de Bolsas de Incentivo à Docência (PIBID). Os dados coletados foram analisados (análise de conteúdo) a partir de cinco etapas de mediação (problema, determinação das expressões-chave, intervenção prática, teorização e intervenção aplicada à realidade) previamente selecionadas. Os resultados obtidos revelam que a estratégia didática de ensino por problema na abordagem dos conteúdos de Citologia contribui para melhorar a prática educativa e o desempenho dos estudantes nas aulas de Biologia. Como produto final (educacional), elaboramos uma coletânea de biografias de naturalistas importantes para o desenvolvimento da Citologia e para fortalecer a Biologia como ciência. No processo de desenvolvimento deste projeto, consolidamos momentos de ruptura de alguns obstáculos epistemológicos, associados a um conhecimento de mais autonomia prática. Com isso, oferecemos ao professor mediador uma alternativa de tornar as aulas mais dinâmicas, e ao estudante mediado, a oportunidade de refletir e de resolver os problemas propostos para a aprendizagem do conteúdo.

Palavras-chave: Ensino por problema; Ensino de Ciências; Citologia.

ABSTRACT

The scientific advances have allowed a greater contextualization of the school curriculum, mainly in the Teaching of Sciences. In the classroom, the contextualized approach of this knowledge becomes indispensable since it transcends the content to the everyday. From this perspective, the objective of this research is to develop a teaching project, addressing the contents of cytology, from the perspective of systemic thinking; Adopting as teaching strategy teaching by problem. Teaching by problem contributes to the student's reflective practice, making him return to his reality with solutions that aim at better conditions for learning, and consequently the application of knowledge. The research of the descriptive exploratory study was carried out from September to October 2014, and had as participants of the study 28 students from the third grade of a public school adhered to the ProEMI (Higher Education) Program located in the city of Campina Grande, Paraíba. The data were collected from the audio recording and questionnaire application with subjective and objective questions, whose realization of the project occurred within the scope of the Program of Incentive to Teaching (PIBID). The data collected in this research were analyzed (content analysis) from five stages of mediation (problem, determination of key expressions, practical intervention, theorization and intervention applied to reality) previously selected. The results show that the didactic strategy of teaching by problem in the approach of the contents of cytology contributes to the improvement of the educational practice as a better performance of the students in the classes of Biology. As a final (educational) product, we elaborated the construction of a collection of biographies of important naturalists for the development of cytology and for the strengthening of biology as a science. In the process of developing this project we were able to consolidate moments of rupture of some epistemological obstacles, associated with a knowledge of greater practical autonomy. With this, we offer the mediator teacher an alternative to make classes more dynamic, and the mediated student the opportunity to reflect and solve the problems proposed to learn the content.

Keywords: Teaching by the problem; Science teaching; Cytology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 01 - Escola Estadual de Ensino Médio e Educação Profissional Dr. Elpídio de Almeida | 32 |
| Figura 02 - Categorias e subcategorias utilizadas na análise dos dados | 38 |
| Figura 03 - Página inicial do site educativo: Compreendendo a História e a Filosofia na Biologia..... | 40 |
| Figura 04 - Representação esquemática de um tecido vegetal | 53 |
| Figura 05 - Representação esquemática de tecidos animais | 53 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| Quadro 01 - Tópicos e conteúdos abordados na sequência didática | 35 |
| Quadro 02 - Respostas a respeito da descoberta e do aprimoramento do microscópio | 51 |
| Quadro 03 - Respostas da pergunta nº 01 do estudo dirigido..... | 54 |
| Quadro 04 - Respostas da pergunta nº 03 do estudo dirigido..... | 55 |
| Quadro 05 - Respostas da pergunta nº 04 do estudo dirigido..... | 56 |
| Quadro 06 - Valores relativos aos elementos substanciais das biografias construídas..... | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 01 – Caracterização sociodemográfica dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 43 |
| Tabela 02 – Problema: ocorrência das respostas aos questionamentos em número de acertos. | 50 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----------|
| Gráfico 01 – Caracterização de gênero do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 44 |
| Gráfico 02 – Idade dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 46 |
| Gráfico 03 – Religião dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 47 |
| Gráfico 04 – Caracterização do Ensino Fundamental dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 48 |
| Gráfico 05 – Caracterização do Ensino Médio dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015 | 48 |

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 2.1 O ensino por problema e o ensino de Ciências | 20 |
| 2.1.1 O ensino de Citologia | 24 |
| 2.2 As contribuições da Epistemologia na contextualização do ensino das Ciências | 28 |
| 3 PERCURSO METODOLÓGICO | 31 |
| 3.1 Local da pesquisa | 32 |
| 3.2 Participantes da pesquisa..... | 33 |
| 3.3 Proposta de intervenção didática..... | 34 |
| 3.4 Coleta e análise dos dados | 36 |
| 4 PRODUTO FINAL | 40 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 5.1 Caracterização sociodemográfica da população estudada..... | 43 |
| 5.2 A Análise de Conteúdo..... | 49 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 60 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| COLETÂNEAS DO PRODUTO FINAL | 67 |
| ANEXOS | 130 |
| APÊNDICES | 136 |

1 INTRODUÇÃO

A ciência e a tecnologia estão presentes no cotidiano dos estudantes da educação básica. Por esse motivo, o professor deve aprimorar novas estratégias didáticas que possibilitem abordar, de forma mais instigante, os conteúdos programáticos que são ministrados em sala de aula.

Ressalte-se, porém, que, nem sempre, o processo de ensino-aprendizagem acontece de forma harmoniosa, pois os conteúdos abordados no ensino das Ciências, principalmente na Biologia, geram uma concepção equivocada em relação à formação e à compreensão de conceito. Bastos (1998) entende que isso impede que os estudantes tenham a aprendizagem significativa e recebe o nome de obstáculos epistemológicos.

Um dado importante a registrar é que, nem sempre, a forma como o ensino ainda é transmitido no ambiente escolar tem ajudado o estudante a se apropriar dos conhecimentos científicos para compreendê-los, questioná-los e utilizá-los como instrumento do pensamento que extrapolam situações de ensino e aprendizagem eminentemente escolares. Grande parte do saber científico transmitido na escola é esquecida rapidamente e prevalecem ideias alternativas ou do senso comum, estáveis e resistentes e identificadas, até mesmo, entre estudantes universitários (MORTIMER, 1996).

Mendes (2010) enfatiza a falta de compreensão dos conceitos das Ciências como um dos fatores que impede que haja uma aprendizagem mais efetiva, e isso, provavelmente, acontece devido ao subsídio insuficiente advindo do ensino fundamental. O fato de os estudantes serem egressos de escolas que priorizam o ensino tradicional, cujo método se baseia na memorização e no acúmulo de informações, também contribui para o mau êxito na aprendizagem.

A disciplina Ciências no ensino fundamental é de muita importância, porquanto é por meio dela que o estudante construirá uma base para a alfabetização científica, já que, nessa etapa do ensino básico, ele aprende muitos conceitos importantes para sua formação. O ensino de citologia requer atenção especial, e na medida do possível, o docente poderá recorrer a estratégias alternativas para

facilitar a transmissão desses conhecimentos, já que serão a base de toda a compreensão do ensino de Biologia.

Mizukami (1986) refere que o ensino tradicional baseia-se na memorização de conceitos e de definições e no acúmulo de informações das mais simples para as mais complexas, apresentando os conteúdos de forma fragmentada e não sistematizada, o que, geralmente, começa pela explicação de célula, que forma tecidos, que formam órgãos, que formam um sistema e, depois, formam um organismo.

Pesquisas realizadas por Giordan e Vecchi (1996) e Silveira (2003) revelam que a maioria dos estudantes apresenta uma ideia pouco definida sobre célula e a confunde com conceitos similares, além de não conseguir aplicar o conhecimento adquirido à sua realidade. Assim, ao abordar temas relacionados aos conteúdos programáticos da Biologia, deve-se partir de uma educação centrada na autonomia, numa relação direta com a educação, em que o importante é atingir o protagonismo, para que o estudante encontre o sentido na dimensão do conteúdo que o desperte para buscar informações acerca do que pretende aprender. A busca por essa autonomia tem uma relação direta com a educação, numa perspectiva do ensino por problema, em que os participantes da pesquisa se assumem como autônomos na construção da aprendizagem e passam a interferir na sociedade de forma crítica, a fim de poder solucionar problemas contextuais do seu cotidiano.

Saviani (1989) entende o problema como uma situação de impasse, em que afrontar o problema apresentado na realidade induz o estudante a uma prática reflexiva e o faz retornar a sua realidade com possíveis soluções, na esperança de melhores condições de aprendizado e aplicação do conhecimento. Numa realidade voltada para a construção do conhecimento escolar, o ensino por problema é um desafio para o estudante e um elemento na transição entre a prática e a teoria, isto é, entre o saber e o fazer cotidiano e a cultura elaborada socialmente (GASPARINI, 2002).

Nessa perspectiva, o docente deve atuar como mediador e propor problemas aos estudantes sem lhes dar as soluções, já que sua função consiste em provocar desafios e em desequilibrar os estudantes. O docente deve também orientá-los e

levá-los a trabalhar, da forma mais independente possível e cada vez mais autônoma (MIZUKAMI, 1986).

A importância de adquirir conceitos e de construir conhecimentos no ensino de Ciências e de Biologia deve-se, principalmente, ao fato de o discente fundamentar suas decisões que precisam ser tomadas diante do consumo de produtos e práticas culturais de maneira adequada em determinado contexto. O estudante assimila, de modo individual e bem particular, os objetos a que se submete e constrói noções sobre a realidade, já que, ao elaborar conceitos, dá mais sentido à realidade e a compreende (KRASILCHIK, 2004).

De acordo com Bachelard (1977), existem barreiras que impedem a aprendizagem do pensamento biológico, a formação de conceitos e a aplicação do conhecimento: são os obstáculos epistemológicos. Conforme Lecourt (1980), um obstáculo epistemológico pode ser definido como um tipo de contra pensamento que pode surgir no momento da constituição do conhecimento ou numa fase posterior. Compreendemos que esses obstáculos epistemológicos, que impedem o estudante de construir conceitos, podem ser rompidos através da estratégia de ensino que nos propomos a exercer no ambiente escolar.

Diante dessa problemática, o professor, como mediador do conhecimento, deve dispor de metodologias inovadoras, que possibilitem a ruptura desses obstáculos, facilitem a aprendizagem e a formulação de conceitos, por meio da resolução de problemas, e favoreçam a construção de um pensamento sistêmico para que seus estudantes exercitem uma atitude científica. Essas indagações surgiram como um processo de levantamento de questionamentos, para fazermos todo esse amadurecimento acadêmico e profissional e idealizar este trabalho. A seguir, apresentamos um breve histórico que percorre nossa trajetória docente e que nos influenciou diretamente a produzir este trabalho.

Depois de cursar Licenciatura Plena em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e na condição de docente, pude vivenciar a oportunidade de trabalhar, primeiramente, em escola particular e, logo depois, na rede pública. Nesses ambientes de trabalho, fiz um paralelo entre a teoria e a prática efetivamente adotada na Academia. Participar de diversos cursos de formação continuada, ora ministrados pela Secretaria de Educação do Estado, ora pela própria

UEPB, serviu-me para ampliar os conhecimentos pedagógicos em relação a saber ensinar.

A partir de 2010, através do Programa de Bolsas de Incentivo à Docência-PIBID, e participei, primeiramente, como colaborador e, logo depois, como titular da supervisão da subárea de Biologia na Escola Estadual de Ensino Médio e Educação Profissional Dr. Elpídio de Almeida. Venho tendo a oportunidade de planejar, construir, refletir e avaliar novas estratégias docentes. Esse fato que culmina em melhorias no processo de ensino-aprendizagem diante do nosso sistema educacional.

Assim, ao longo desses 15 anos, como educador do ensino básico, pude colocar em prática vários modelos associados à teoria e à prática e averigui, através de avaliações feitas ora por minhas reflexões, ora por outras formas de avaliar, como por formações continuadas e até mesmo pelo corpo discente e colegas de profissão. Também sei o quanto a função de supervisor do PIBID me dá a oportunidade de crescer como profissional, pois, além de estar numa formação continuada em serviço, estamos contribuindo também com a formação inicial dos estudantes bolsistas que têm a oportunidade de praticar as teorias apreendidas na faculdade, de transferi-las e de aprimorá-las para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem no cotidiano da sala de aula.

Através dessas novas experiências e ao ingressar no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, é que venho cada vez mais consolidando meu vínculo com a área de Educação. E foi a partir dos componentes curriculares desse programa que ampliei horizontes e percebi o quanto a história e a filosofia das ciências são importantes para o currículo básico dos estudantes ao facilitar o processo da aprendizagem.

Pensando dessa forma e fazendo uma breve análise da situação dos livros didáticos, especificamente os livros de Biologia, que não reforçam a importância de relacionar os conteúdos didáticos à natureza da Ciência, foi que pensamos em produzir um material didático que, além de ser confeccionado pelos estudantes participantes do grupo analisado, possa servir para facilitar os estudos relacionados à natureza da Ciência. Para isso, propusemos a produção de uma coletânea com acesso virtual que relatasse a biografia dos principais naturalistas, evidenciando

suas contribuições para a natureza da Ciência que tanto conduziram para a construção da Biologia atual. Assim, poderemos redesenhar, por meio de um olhar crítico, as contribuições que a natureza da Ciência pode permear, especificamente ao conhecimento e ao ensino da Citologia/Genética/Evolução.

Assim, poderemos confrontar as ideias trazidas pelo livro didático com a forma como a natureza da Ciência reforça o processo de produção científica, pois, ao pesquisar fontes diversas, os estudantes trarão uma crítica construtiva do próprio saber científico. Nesse sentido, utilizaremos a Filosofia do ponto de vista de Bachelard, para mostrar que, na educação, muitos obstáculos pedagógicos trazem um problema que reside nas raízes do que julgamos ser o conhecimento, evidenciado aqui como obstáculo epistemológico em sala de aula.

Sob esse ponto de vista, alguns questionamentos que norteiam esta pesquisa e nos motivaram a pesquisar sobre tal assunto:

- *É possível desenvolver a abordagem dos conteúdos de Citologia a partir do pensamento sistêmico, por meio do ensino por projeto utilizando a construção de biografias?*
- *É possível favorecer o processo de ensino dos conteúdos de Citologia utilizando a estratégia didática do ensino por problema?*
- *O ensino por problema contribui para romper com os obstáculos epistemológicos?*

Na busca por respostas para esses questionamentos, a pesquisa em questão teve o objetivo de criar um projeto de ensino, abordando os conteúdos de Citologia, na perspectiva do pensamento sistêmico. Para isso, foi adotado como estratégia didática o ensino por problema.

O projeto foi desenvolvido em uma turma da terceira série do ensino médio, de uma escola pública aderida ao Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI), localizada na cidade de Campina Grande – PB. A importância socioeducativa desta pesquisa consistiu em contribuir para desenvolver no estudo um processo crítico-reflexivo, para que ele possa atuar como um cidadão crítico e interferir na realidade do seu meio a partir da resolução de problemas.

Em relação ao exercício da prática docente e, como professor supervisor do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID/UEPB), destaco que o ensino por projeto propicia uma reflexão acerca da atuação do professor, em termos de escolha da estratégia didática mais apropriada para a abordagem de conteúdos de difícil abstração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apesar dos avanços no âmbito educacional, observa-se que o ensino de Ciências e de Biologia, na maioria dos casos, ainda se resume a aulas expositivas, o que exige pouca participação dos estudantes. Utilizar novas modalidades didáticas, nesse caso, acontece de maneira esporádica e sem visão estratégica do docente. A quebra do paradigma, nessa modalidade de ensino, representa uma conquista entre os docentes e proporciona um novo modo de conduzir a abordagem de conteúdos complexos que compõem a grade curricular. Nesse sentido, o ensino por problema é um agente que transforma os indivíduos envolvidos e promove a reflexão em determinado contexto.

A seguir, discutimos sobre o ensino por problema em Ciências e sua importância no ensino de Citologia.

2.1 O Ensino por problema e o ensino de Ciências

É sabido que o modelo tradicional de ensino ainda é usado por muitos docentes nas escolas de ensino básico. Segundo Carraher (1986), esse modelo educacional trata o conhecimento como um montante de informações que são repassadas verticalmente dos professores para os estudantes, o que, na maioria das vezes, nem sempre resulta em aprendizado efetivo. Para os estudantes, em seu papel de ouvintes, em grande parte das vezes, os conhecimentos passados pelos professores são apenas memorizados pelo um curto período de tempo e esquecidos posteriormente, o que comprova a não ocorrência de um verdadeiro aprendizado.

Carreher (1986) defende um modelo alternativo, denominado de modelo cognitivo, em que os docentes levantam problemas do cotidiano para que os estudantes busquem as soluções, e mesmo que a resposta não seja satisfatória, não se deve descartar o fato de que eles podem raciocinar para chegar à conclusão. Sob essa ótica, podemos entender que o ensino por problema faz com que o entendimento teórico passe a confrontar com fatos do dia a dia do estudante e que

ele possa responder aos questionamentos baseados nos conhecimentos adquiridos por esse modelo.

Para Moreira (1999), a maioria dos modelos de ensino baseia-se na teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget. Norteia-se nesse modelo a perspectiva de que a mente humana tende a aumentar seu grau de organização interna e de adaptação ao meio. Com o surgimento de novas informações, ocorrem desequilíbrios e conseqüente reestruturação (acomodação), com o objetivo de construir novos esquemas de assimilação e atingir um novo equilíbrio.

Ainda segundo Moreira (1999), outra implicação imediata da teoria de Piaget para o ensino é o fato de que ele deve ser acompanhado de ações e demonstrações e que, na medida do possível, deve dar aos estudantes a oportunidade de agir, utilizando-se de atividades de cunho prático, no entanto, essas ações e demonstrações devem estar sempre integradas à argumentação, ao discurso do docente.

Assim, verificamos a importância de compreender os conteúdos seguindo níveis de conhecimento do simples ao mais complexo, em que o estudante poderá ter a oportunidade de agregar novos conhecimentos no processo da equilibração majorante, no entanto, vale salientar o papel do docente integrando atividades com a argumentação. Importante destacar, também, que, para o processo de ensino ser efetivado, é necessário problematizar previamente o conteúdo como ponto de partida, vinculá-los ao cotidiano do estudante e estabelecer relações interdisciplinares que estimulem o raciocínio exigido para encontrar soluções para os questionamentos, fato que efetiva o aprendizado (CARRAHER, 1986; FRACALANZA et al, 1986). Assim, o ensino por problema vivenciado na escola de forma interdisciplinar melhora o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Lima et al (1999), a experimentação inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento (a teoria e a prática) e une a interpretação que os sujeitos fazem dos fenômenos e dos processos naturais observados, pautados não só no conhecimento científico já estabelecido, mas também nos saberes e nas hipóteses levantadas pelos estudantes. O ensino, nessa perspectiva, deve caracterizar-se como um processo que dá aos alunos a possibilidade de recriar criticamente a cultura. Vale destacar o potencial de tal concepção de ensino para se

superar o dualismo que separa mente e cultura, produção e reprodução social da cultura, significado objetivo e sentido subjetivo, intersubjetividade e agência do indivíduo no processo de aprendizagem. Por meio do ensino, o indivíduo deve desenvolver-se com a cultura e na cultura (FREITAS, 2004), num processo não linear de aquisição de novos conhecimentos. Sob esse olhar, compreendemos que é preciso valorizar ideias dos estudantes e que elas sejam postas a se contrapor ou a corroborar o conhecimento pré-estabelecido da Ciência.

Dentre os vários filósofos e cientistas que dedicaram especial atenção aos problemas relativos ao ensino-aprendizagem das ciências, Gaston Bachelard (1884-1962) tem presença essencial, pois foi dele a ideia de que devemos compreender que o conhecimento se origina de problemas, ou melhor, da busca de soluções para problemas consistentemente formulados. Bachelard (1977) acrescenta:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído. (p. 148)

Quando falamos no espírito científico entendemos que o estudante tem um papel atuante no desenvolvimento do conhecimento, atribuir autonomia durante o processo da aprendizagem é significativamente essencial para que esse busque novas respostas, sob um novo ponto de vista, para questões já elucidadas.

No ensino de Ciências Naturais, anda se pratica a abordagem tradicional, como, por exemplo: os monólogos (verbalismo exacerbado), o livro didático bastante utilizado como principal fonte de informação, pesquisas sem uma orientação coesa, experimentos sem significação e/ou identificação com o mundo social e o currículo visto numa perspectiva técnico-linear. Transpondo essa visão, percebemos que “[...] a complexidade da atividade docente deixa de ser vista como obstáculo à eficácia e um fator de desânimo para tornar-se um convite a romper com a inércia de um ensino monótono e sem perspectivas [...]” (CARVALHO, GIL- PÉREZ, 2003, p. 18).

Então, vimos o quanto esse sistema de ensino-aprendizagem tradicional aprisiona o estudante e dificulta a emancipação de sua autonomia, o que irá refletir em vários outros aspectos ao longo de sua vida acadêmica e profissional.

Em um contexto atual, voltando para um novo olhar no ensino de Ciências da Natureza, notam-se possibilidades de se configurarem novas práticas pedagógicas. Essas possibilidades estão presentes em propostas oficiais, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001), que propõem que o ensino de Ciências Naturais deve ser organizado de forma a colaborar para que o estudante compreenda o mundo e suas transformações, situando o homem como um indivíduo crítico, participativo e transformador.

Assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (BRASIL, 2001, p. 25) consideram que

[...] não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedêutico, voltada para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã de hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro.

Devemos promover o ensino de Ciências em sua plenitude. Para isso, devemos estimular esses indivíduos para que possam atuar em seu meio social com plena consciência da importância das ciências em seu meio. Portanto são necessárias novas práticas pedagógicas ao longo de todo esse processo.

Considerando que as práticas pedagógicas que se apoiam nas concepções reprodutoras de conhecimentos não contribuem para a formação plena do indivíduo e para sua inserção como cidadão na sociedade, acreditamos nas práticas formadoras e nos professores formadores desse novo século.

Sobre esse aspecto, Chassot enuncia:

Devemos fazer do ensino de Ciências uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos estudantes e alunas. [...] Vamos nos dar conta de que a maioria dos conteúdos que ensinamos não servem para nada, ou melhor servem para manter a dominação. [...] o que se ensina mais se presta como materiais para excelentes exercícios de memorização do que para entender a vida. (2003a, p. 96).

Isso significa dizer que, antes de tentarmos apenas reproduzir o conteúdo e propor a memorização como uma prática eficiente, devemos entender que o intuito principal não deve ser meramente o de adquirir o conhecimento, por si só, mas também de fazer uma ponte entre esse conhecimento e empregá-lo de forma que possamos garantir um futuro melhor para nossa sociedade.

Para Fernández et al. (2002), o ensino tradicional de Ciências Naturais conduz a visões deformadas da Ciência, que podem servir de obstáculos para a aprendizagem de conceitos científicos. Segundo tal compreensão, a Ciência é empírico-indutivista e ateórica; rígida; aproblemática e a-histórica; linear; individualista e elitista; descontextualizada e socialmente neutra.

Por esses motivos, mais uma vez, atentamos para a importância de um ensino inovador, com práticas pedagógicas mais trabalhadas e não somente aquelas cuja essência é meramente reprodutora e conteudista, em que o ensino por problema seja a essência, para que o estudante desenvolva a própria autonomia e possa responder eficazmente aos problemas enfrentados em seu meio social.

2.1.1 O ensino de Citologia

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), aprender Biologia permite ampliar o entendimento sobre o mundo vivo e contribui para que o estudante perceba a singularidade da vida humana relativamente aos demais seres vivos. Compreender isso é essencial para entender a inter-relação da natureza com os humanos e a implicância das transformações que ele promove. Concomitantemente, essa ciência favorece para o desenvolvimento dos modos de pensar e de agir que permitem aos

indivíduos se situarem no mundo e participarem dele de forma consciente e consequente.

Assim, segundo os PCNEM:

para que isso ocorra, nos primeiros ciclos do ensino fundamental, os estudantes devem ser estimulados a observar e conhecer os fenômenos biológicos, a descrevê-los utilizando alguma nomenclatura científica, a elaborar explicações sobre os processos e confrontá-las com explicações científicas. [...] Nesse momento da escolarização, os estudantes ampliam, portanto, seu entendimento sobre os fenômenos biológicos, os seres vivos, seu corpo, sua sexualidade, sua saúde e sobre os usos, pela sociedade, dos produtos científicos e dos recursos tecnológicos. (BRASIL, 2002, p. 34).

Tradicionalmente, o ensino de Biologia é dividido em: Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica e Fisiologia. Na maioria das vezes, o ensino da Biologia fica restrito à compreensão dessas ciências, da sua lógica interna, de seu instrumento analítico, de suas linguagens e conceitos. Pensando assim, a Biologia é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para que possa intervir nela, portanto, seus conhecimentos científicos acabam sendo apropriados de forma descontextualizada. Por esse ponto de vista, o educador poderá selecionar conteúdos programáticos tipicamente previstos ou recomendados para cada série do ensino médio e mediá-los através de estratégias por meio das quais os estudantes não só possam entender sua realidade particular, como também dotá-la de competências para compreender, utilizar e transformar a realidade do seu entorno.

Para a maioria dos educadores, um dos grandes desafios no ensino das Ciências Naturais é fazer uma aproximação entre o ensino científico e a realidade dos estudantes, já que eles têm dificuldades de entender a linguagem científica utilizada nos livros didáticos. É sabido, no entanto, que o livro didático é um recurso fundamental e bastante usado pelos educadores, principalmente depois de sua popularidade em programas do governo (Programa Nacional do Livro Didático/PNLD), em que o livro didático é distribuído gratuitamente na rede pública de ensino básico. Essa dificuldade ocorre devido à abordagem de conceitos pouco

esclarecedores e que, nem sempre, ajuda os estudantes a perceberem a complexidade das ciências.

Para diminuir essa distância entre a realidade do estudante e o conteúdo de Ciências, deve-se apresentá-lo de maneira atrativa e dinâmica, a fim de conduzir o educando a perceber que é possível compreender os fenômenos naturais, pois eles estão presentes em seu cotidiano (SALES; SILVA, 2010). Uma maneira prática de fazer essa interação entre a Ciência e a realidade pode ser através do ensino por problema, com questionamentos próprios dos estudantes, para que, depois, possamos utilizá-los como ponto de partida e contextualizá-los com o científico.

Segundo Millar (1991), é comum os educadores confundirem atividades práticas com a obrigatoriedade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização das práticas experimentais. Esse é um dos fatores que contribuem para que a prática de experimentações como estratégia didática de ensino das ciências seja insuficiente. Entretanto os educadores não são obrigados a executar essas práticas em laboratórios ou usar instrumentos ou aparelhos sofisticados para que haja sucesso.

Segundo Hazen (2005), o papel do professor é de incentivar os educandos para a alfabetização científica, para que eles tenham o conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre questões de ciências e tecnologia (vocabulário, conceitos, história e filosofia). Eles precisam ser capazes de se situar em novos avanços científicos e tecnológicos e de contextualizá-los para que isso lhes permita participar ativamente como sujeitos da sociedade contemporânea.

A alfabetização científica é embasada na disciplina Ciência desde o ensino fundamental, e é nesse momento em que inúmeros conceitos surgem pela primeira vez e que, vez por outra, a memorização é importante, pois essas novas nomenclaturas irão compor uma linguagem própria que, posteriormente, será necessária para se compreender o ensino de Biologia. Com a obtenção desses conhecimentos básicos, o estudante poderá opinar na sociedade contemporânea sobre ciência e tecnologia.

Voltando para os conteúdos pertinentes à Citologia, notamos que o estudo da célula, desde o ensino fundamental, é um tanto abstrato, porque, para o educando, a compreensão de uma estrutura intimamente pequena, mesmo quando se utilizam

instrumentos específicos para estudá-lo (como o microscópio), não lhes permite observar bem e identificar as estruturas celulares, o que poderá acarretar o entendimento posterior dos tipos de células, sua importância nos organismos, a nomeação de suas estruturas e as funções.

Não nos basta conhecer um pouco o conteúdo e ter certa desenvoltura para manter os estudantes nos olhando e imaginando que, enquanto prestam atenção em nós, estão aprendendo. Precisamos incorporar discussões embasadas em trabalhos de História e de Filosofia da Ciência, que possam contribuir para facilitar a compreensão dos próprios conteúdos das ciências no favorecimento do processo ensino-aprendizagem.

Sabemos, no entanto, que os conhecimentos de cada uma das áreas que compõem o conhecimento biológico não são verdades absolutas e surge um conjunto de problemas das dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Biologia: a natureza dos conteúdos que têm sido priorizados durante as aulas, a maneira como são abordados no ambiente da sala de aula e a forma como vêm sendo explorados nas avaliações. Entretanto, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID¹ - foi criado com o intuito de dar mais suporte às escolas de ensino básico da rede pública que foram contempladas com esse programa, com o objetivo de criar uma ponte entre os conhecimentos didático-pedagógicos adquiridos no ensino superior e sua aplicação na prática cotidiana, beneficiando professores e estudantes do ensino básico e os da graduação.

¹O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID - é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica, que concede bolsas a alunos de licenciatura que participam de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior (IES), em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas, desde o início da sua formação acadêmica, para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob a orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola.

2.2 As contribuições da Epistemologia na contextualização do ensino das Ciências

As pesquisas mais recentes no ensino de Ciências, com ênfase no ensino de Física, têm nos revelado atenção especial aos aspectos epistemológicos sob os diversos pontos de vista e seus aportes teóricos. Consideramos, no entanto, pouco valor atribuído ao pensamento epistemológico de Gaston Bachelard nesse campo de pesquisa. Todavia, vários trabalhos recorrem a algumas ideias e expressões de filósofos que vêm descontextualizadas do sentido mais amplo de sua epistemologia.

É sabido que o valor da sua obra epistemológica tem seu merecido reconhecimento e ocupe posição de destaque na conjuntura filosófica francesa, mas, certamente, a Pedagogia ainda não lhe deu o devido merecimento, mesmo havendo laços estreitos entre a Epistemologia e sua pedagogia, e seus principais trabalhos ainda se mantêm atuais no campo da Epistemologia ainda que tenham sido lançados há mais de sessenta anos (MARTINS, 2007).

O Movimento de Concepções Alternativas (MCA), bastante representativo nas décadas de 70 e 80 do século passado, foi marcado por uma série de estudos acerca das concepções das crianças e dos adolescentes sobre os mais variados temas e conceitos científicos. Segundo Driver e Easley (1978), estudos posteriores ao MCA apontam para o fato de que as concepções das crianças e dos adolescentes sobre o mundo físico são resistentes e persistem, apesar da instrução e de o simples fato da “taxonomia” de concepções não gerar qualquer poder interpretativo. Por isso, é preciso entender as razões de sua existência para tirar proveitos instrucionais. Segundo esses autores, os resultados dessa linha de investigação seriam mais satisfatoriamente interpretados à luz da “nova filosofia da ciência”.

Segundo Martins (2007), a história e a filosofia da Ciência da Educação Científica foram inauguradas durante a década de 80 como uma nova subdisciplina, e os nomes de K. Popper, T. Kuhn, I. Lakatos, S. Toulmin, L. Laudan e G. Bachelard passaram a figurar cada vez mais nas publicações referentes ao ensino das ciências. Paralelos entre características do conhecimento científico e seu desenvolvimento e a aprendizagem das ciências começaram a ser traçados e, juntamente com o crescimento do MCA, surgiram modelos de ensino e aprendizagem de orientação construtivista, respaldados por diversas visões

epistemológicas. O Modelo de Mudança Conceitual (MMC) é considerado o mais influente, e sua base epistemológica encontra-se nos trabalhos de Kuhn, Lakatos e Toulmin (POSNER et al., 1982).

Nos últimos anos, uma série de trabalhos vem apontando para uma visão da mudança conceitual, caracterizado pela convivência de diferentes concepções na estrutura cognitiva individual. Apontado como um dos principais defensores da ideia, Mortimer (1995, 1996) propõe a ideia de “perfil conceitual”² que enfatiza a possibilidade de utilizar diferentes formas de pensamento em domínios distintos, sem que haja, propriamente, uma “superação” de ideias prévias. Nesse contexto, o objetivo final não é de que haja uma mudança conceitual, mas uma mudança no perfil conceitual.

As concepções alternativas dos estudantes diferem das científicas em seu aspecto conceitual assim como também nos planos ontológico e epistemológico (POZO, 1999). Por trás dessas concepções não científicas dos estudantes, encontramos visões epistemológicas que se relacionam com visões do passado e que contribuem para provocar certas dificuldades na aprendizagem (CAMPANARIO; OTERO, 2000).

Para Cobem (1996), a importância das crenças de natureza metafísica e embasadas culturalmente, que os estudantes levam para a sala de aula, e a necessidade relevante do mundo cultural desses estudantes dão sentido e força a novos conceitos e ideias científicas. Essa ideia nos faz pensar o quanto necessárias e importantes são as concepções dos estudantes, porquanto elas remetem aos laços culturais de um povo, e não é a escola que, necessariamente, tem a obrigação de moldá-los para um processo de mudança conceitual, visto que sua importância

²Baseado no modelo de perfil epistemológico proposto por Bachelard (1990), em relação às concepções sobre a realidade, o Modelo de Mudança de Perfil Conceitual foi proposto, inicialmente, por Eduardo Mortimer (1996) como uma forma de modelar a heterogeneidade de pensamentos nas aulas de Ciências. Esse modelo entende que a construção de um conceito é um processo emergente, sempre produzido a partir de interações entre o indivíduo e as experiências externas. Isso gera uma diversidade de conceituações, dispostas em um espectro crescente de complexidade de forma semelhante aos caminhos da construção do conhecimento ao longo da história (VAIRO e FILHO, 2013).

prévia é bastante apropriada para a construção do conhecimento, no entanto, devemos adaptá-las a um modelo de perfil conceitual.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Nesta seção, descrevemos a metodologia adotada e justificamos teoricamente o tipo de pesquisa escolhido. Delimitamos o local da pesquisa, os sujeitos envolvidos, os procedimentos, os instrumentos utilizados para a coleta dos dados e apresentamos a proposta de construção do produto final para auxiliar no ensino de Biologia compreendido na área de Citologia.

Fazer pesquisa em Educação é uma oportunidade de o pesquisador reunir pensamentos e ações por meio dos quais poderá elaborar o conhecimento a partir de aspectos cotidianos. Fazenda (2010) afirma que o estudo, no cotidiano escolar, apresenta-se de forma fundamental, quando se quer compreender como a escola desempenha o seu papel socializador, seja na transmissão dos conteúdos acadêmicos, nas rotinas ou nas relações sociais que caracterizam o dia a dia da experiência escolar.

A dissertação configura-se como um estudo exploratório descritivo. Segundo Gil (1987), essa modalidade de trabalho proporciona mais familiaridade com a problemática e o aprimoramento de ideias ao longo do seu desenvolvimento.

Para desenvolvê-la, optamos por uma abordagem qualitativa. Gatti e André (2010) asseveram que a importância das contribuições da investigação qualitativa em educação pode ser resumida em quatro pontos:

- A incorporação, entre os pesquisadores da área de Educação, de posturas investigativas mais flexíveis e mais adequadas para estudos de processos micro-sócio-psicológicos e culturais, visando iluminar aspectos e processos que permaneciam ocultos pelos estudos quantitativos;
- A constatação de que, para compreender e interpretar grande parte das questões e dos problemas da área de Educação, é preciso recorrer a enfoques multi/inter/transdisciplinares e a tratamentos multidimensionais;
- A retomada do foco sobre os atores da Educação, ou seja, os pesquisadores procuram retratar o ponto de vista dos sujeitos - os personagens envolvidos nos processos educativos;

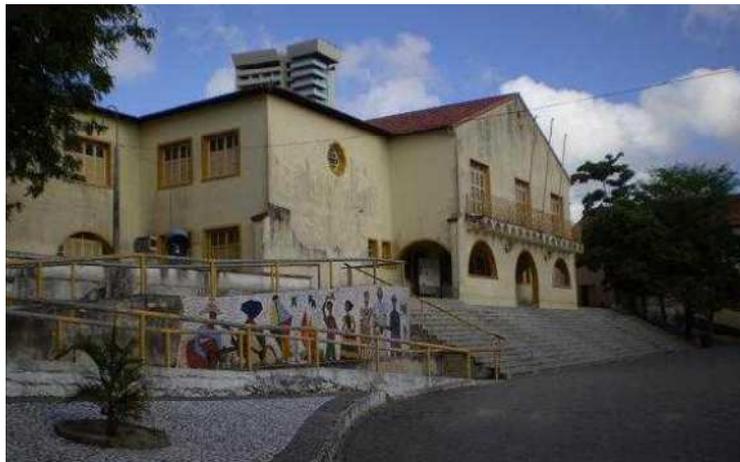
- A consciência de que a subjetividade intervém no processo de pesquisa e que é preciso tomar medidas para controlá-la.

Ressaltamos que, embora a pesquisa qualitativa não se preocupe com a quantificação dos dados, não os exclui, uma vez que os utilizaremos no sentido de colaborar para compreender bem mais as etapas vivenciadas neste trabalho.

3.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Médio e Educação Profissional Dr. Elpídio de Almeida, comumente conhecida como Colégio Estadual da Prata, pois está situada no Bairro da Prata, na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba (Figura 02). As atividades foram realizadas de agosto a novembro de 2015 nessa instituição.

Figura 01 - Escola Estadual de Ensino Médio e Educação Profissional Dr. Elpídio de Almeida.



Fonte: <http://www.colegioprata.xpg.com.br/colegioprata.JPG>

Inaugurada no dia 31 de janeiro de 1953, a escola é caracterizada como o maior estabelecimento de ensino público na cidade de Campina Grande e trabalha em favor da educação de 1220 estudantes regularmente matriculados nos turnos diurno e noturno. É considerada por muitos como escola-modelo, porquanto é procurada por muitos estudantes de diversos bairros e, até, de cidades circunvizinhas para estudarem nessa instituição. Isso se deve à credibilidade

adquirida ao longo dos seus 62 anos de existência e ao seu elenco de profissionais e/ou personalidades locais, regionais e nacionais que um dia ali estudaram.

Hoje a escola conta com quatro modalidades de ensino: o Programa de Ensino Médio Inovador – ProEMI³, que funciona da primeira à terceira série, no período diurno, em tempo integral; o ensino médio integrado ao profissionalizante, que funciona da primeira à terceira série, no período diurno, em tempo integral, com os Cursos de Comércio, Secretariado e Administração; o ensino médio regular, que funciona da primeira à terceira série no período noturno; e o Programa de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA, com o ensino médio integrado ao profissionalizante, que funciona da primeira à terceira série, no período noturno, com os Cursos de Comércio, Secretariado e Administração.

Os docentes da escola dispõem de ótimos recursos pedagógicos, como 32 salas de aula, uma biblioteca, quatro laboratórios de Informática, um laboratório de Química; um, de Física um, de Biologia e um, de Matemática, uma sala de multimídia, um ginásio de esportes, uma sala de projetos, além de um auditório e de recursos audiovisuais para serem utilizados em sala de aula. A escola conta com 82 professores efetivos – cinco, na disciplina Biologia. Optamos por realizar a pesquisa na referida instituição porque fazemos parte dela como docente.

3.2 Os participantes da pesquisa

Participaram da pesquisa os estudantes da terceira série do Ensino Médio Inovador, isto é, uma turma do ano de 2014, com 28 estudantes, cuja escolha se justifica pelo fato de o pesquisador ser docente da turma, portanto, não houve critério para selecioná-los.

De acordo com o Programa Ensino Médio Inovador (BRASIL, 2009), a organização curricular pressupõe a possibilidade de se fazer uma articulação

³O Programa Ensino Médio Inovador tem a proposta de solução que pode ser mediada pelo corpo docente da própria instituição através da incorporação de componentes que garantam maior sustentabilidade de uma nova organização curricular que possa fomentar as bases para uma nova escola de ensino médio. Dessa forma, é preciso que haja uma reformulação curricular, para que o jovem passe a construir o seu conhecimento, a partir de seu cotidiano e experiências.

interdisciplinar voltada para o desenvolvimento de conhecimentos – saberes, competências, valores e práticas inclusos em um processo dinâmico, participativo e contínuo, visando estimular novas formas de organizar as disciplinas articuladas com atividades integradoras. Portanto, a proposta do Programa Ensino Médio Inovador se justifica devido à necessidade de se repensar a formação do cidadão e de proporcionar uma integração entre a universidade e a escola, a fim de quebrar o paradigma de que ambos habitam universos diferentes. Compreendemos que eles já teriam uma noção dos eventos da Biologia e dos conhecimentos da iniciação científica na pesquisa, contemplados durante os três anos do Ensino Médio Inovador e oferecidos como componente curricular do ensino de macro campo.

Outro fator que contribuiu para o andamento da pesquisa foi que os estudantes participavam frequentemente das ações planejadas e executadas através do grupo de bolsistas do PIBID, o que lhes conferia mais intimidade com a metodologia de projetos de pesquisa. Então, para executar este trabalho, houve também a participação do grupo de bolsistas do PIBID durante o processo de metodologia, tanto organizando quanto auxiliando a executá-lo.

3.3 Proposta de intervenção didática

Para tratar da Citologia nas aulas de Biologia, foi estabelecida uma proposta didática, conforme sequência didática (ver Apêndice I), para que fosse possível trabalhar linearmente o conteúdo de Citologia abordando seus aspectos históricos e cientistas que compõem esse ramo do estudo da Biologia.

A proposta de intervenção didática transcorreu em oito aulas e abordou cinco momentos: o problema, a determinação das expressões-chave, a intervenção prática, a teorização e a intervenção aplicada à realidade.

No **problema**, houve uma discussão com os estudantes sobre a importância da descoberta do microscópio para consolidar a Biologia. Nesse momento, foram abordadas as seguintes questões:

- Quem inventou o microscópio?
- Para que fim era utilizado na época em que foi descoberto?

- Como foi aprimorado?
- Em que se baseia a Teoria Celular?
- Quando foi descoberto o núcleo celular?
- Quando se descobriu o DNA?
- Como se estruturou o estudo da Genética?

O objetivo das questões foi de tomar ciência dos conhecimentos prévios dos estudantes a seu respeito. Todas as perguntas foram colocadas no quadro e fizemos um levantamento das respostas de cada um dos itens perguntados. Também foi assinalado o número de estudantes que indicam uma mesma informação, que foi anotada no quadro qualquer resposta.

No segundo momento – o das **expressões-chaves**, buscamos o conhecimento científico para organizar o conhecimento prévio do estudante. Para isso, as perguntas realizadas na fase do problema foram transformadas em tópicos de conteúdos, que foram explorados com o auxílio do mediador/docente, conforme mostra o Quadro 01.

Quadro 01 – Tópicos e conteúdos abordados na sequência didática

| TÓPICOS | CONTEÚDOS |
|-----------------------|---|
| Origem do microscópio | <ul style="list-style-type: none"> • Criadores do microscópio; • Microscópio rudimentar; • Microscópio composto. |
| Teoria Celular | <ul style="list-style-type: none"> • Pensadores da Teoria Celular; • Premissas da Teoria Celular. |
| Núcleo | <ul style="list-style-type: none"> • Organização do núcleo; |
| Genética | <ul style="list-style-type: none"> • Descoberta do DNA; • Estruturação do estudo da Genética. |

Fonte: Dados da pesquisa

Com os tópicos e seus conteúdos respectivos definidos, através de um estudo mais detalhado com a ajuda do professor, foi possível iniciar o rompimento dos obstáculos epistemológicos que foram edificados no momento em que o conteúdo

foi ministrado de forma tradicional em séries anteriores, como por exemplo, na primeira série do ensino médio.

Na **intervenção prática**, foi realizada uma experimentação com a observação de lâminas de células animais e vegetais no microscópio (ver Apêndice II). Para manusear o microscópio, os estudantes conheceram cada parte dele e procuraram entender sua função. Aqui, os estudantes passaram a entender o método utilizado para o estudo da Citologia e a ter noção das descobertas que foram vivenciadas pelos pesquisadores e estudiosos que foram vistas na organização do conhecimento.

Nessa perspectiva, ao buscar romper com os obstáculos, chegamos ao quarto momento – o da **teorização**. As turmas foram divididas em cinco grupos. Cada um recebeu um tema, determinado através de um sorteio: células-tronco, transgênicos, biogênese x abiogênese, câncer, nanomedicina.

Para a **intervenção aplicada à realidade**, foram estabelecidos os possíveis meios para solucionar os problemas. Foi escolhida a prática de debates, e cada grupo teve a oportunidade de expor o tema sorteado, contextualizando os pontos positivos e os negativos que contribuem para fortalecer a ciência no cotidiano dos estudantes e da sociedade como um todo.

Depois da aula prática, na atividade de síntese e de construção, os estudantes foram convidados a elaborar uma biografia sobre os principais naturalistas que fizeram parte do contexto histórico dos conteúdos citados na Tabela 01. O objetivo dessa biografia foi de fazer um levantamento histórico da contribuição dos cientistas que não são citados nos livros didáticos, mas que foram indispensáveis no avanço da Biologia.

3.4 Coleta e análise dos dados

Durante a apresentação de cada equipe, gravamos o áudio da discussão de cada tema abordado no debate. Não estabelecemos um roteiro de gravação, pois ele foi a exposição de cada tema na íntegra. Aplicamos um questionário (Apêndice III) com os estudantes, em que agrupamos os dados obtidos para responder aos questionamentos propostos nesta pesquisa, o qual foi composto de perguntas

subjetivas. Todos os sujeitos participantes assinaram o termo de autorização (Anexo I).

Depois de feitas as gravações e de aplicado o questionário, os dados foram analisados a partir das etapas propostas acima. Foram consideradas subcategorias a partir da análise de conteúdo, conforme Bardin (2011) (Figura 02), que assevera:

Descrever a história da “análise de conteúdo” é essencialmente referenciar as diligências que nos Estados Unidos marcaram o desenvolvimento de um instrumento de análise de comunicações é seguir passo a passo o crescimento quantitativo e a diversificação qualitativa dos estudos empíricos apoiados na utilização de uma das técnicas classificadas sob a designação genérica de análise de conteúdo; é observar a posteriori os aperfeiçoamentos materiais e as aplicações abusivas de uma prática que funciona há mais de meio Século (BARDIN, 2011, p.19)

Dessa forma, a autora reflete sobre a composição histórica, todavia, ressalta que é preciso colocar em questão suas condições de aparecimento e de extensão em diversos setores das ciências humanas, sobretudo pela classificação que emerge das relações de análise do conteúdo, e não, com disciplinas vizinhas por seu objeto ou seus métodos. Para isso, é preciso traçar metas e técnicas específicas para a análise do conteúdo. E para que o método seja aplicado coerentemente, de acordo com os pressupostos de uma interpretação das mensagens e dos enunciados, a Análise de Conteúdo deve ter como pontos: a organização da análise; a codificação de resultados; as categorizações; as inferências; e a informatização da análise das comunicações. As diferentes fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três polos, conforme Bardin: 1. pré-análise; 2. exploração do material; e 3. tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação (2011, p.125).

A seguir, detalharemos como os dados foram analisados para cada um dos cinco momentos estratégicos da intervenção didática.

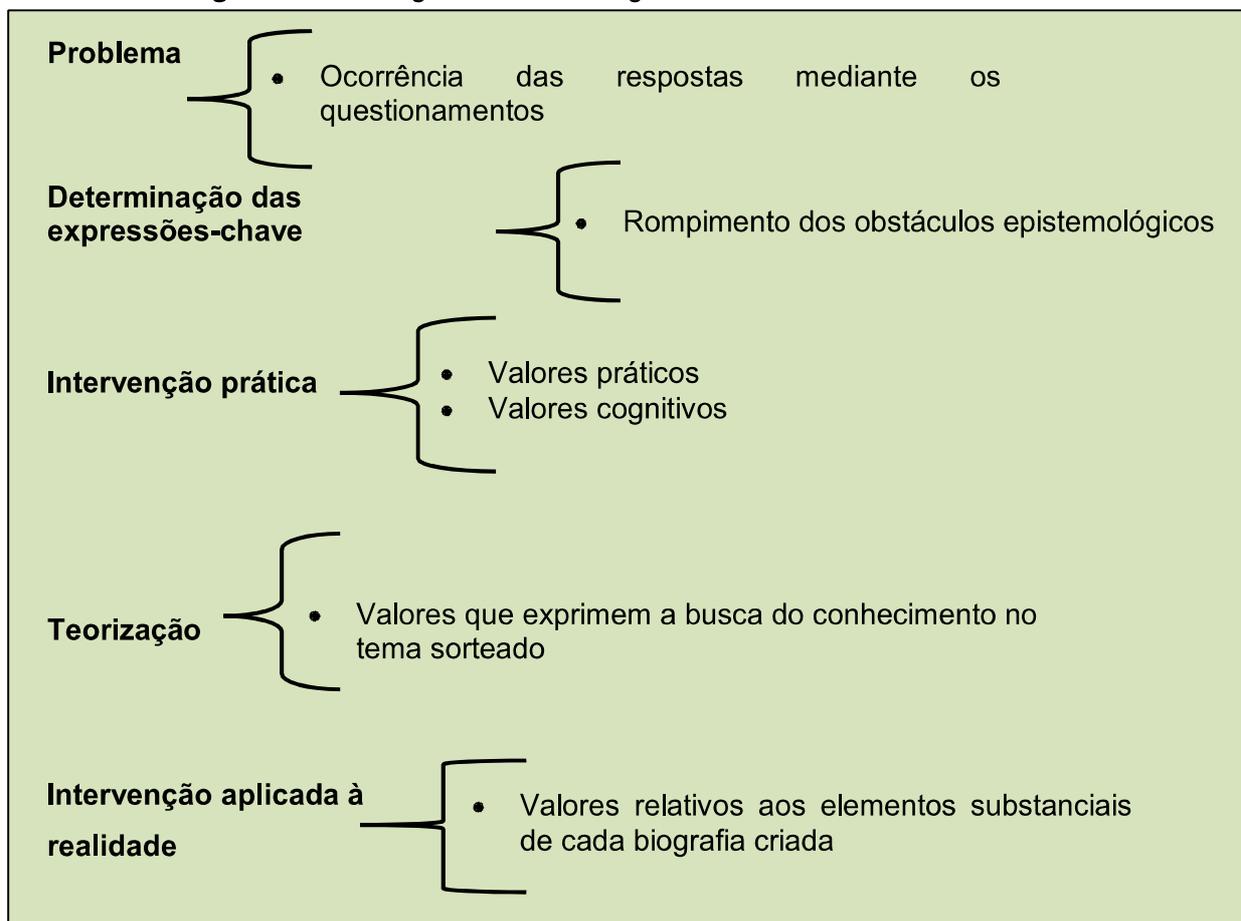
Na categoria **Problema**, analisamos a capacidade de se desprender dos pré-conceitos diante da realidade, verificando o ensino por problema de forma crítica e sistematizada. Nas subcategorias, identificamos a ocorrência das respostas dadas pelos estudantes mediante os questionamentos que foram realizados no primeiro

momento. Essas respostas, posteriormente, serão convertidas em palavras temáticas e predominantes.

Para a categoria **Determinação das expressões-chave**, analisamos os fatores associados e as determinantes maiores do problema e identificamos os critérios que serão estudados na categoria seguinte. Para essas subcategorias, identificamos as respostas dadas pelos estudantes, convertemo-las em tópicos da Biologia e estabelecemos sua ocorrência. No estudo desses tópicos, será possível identificar o rompimento dos obstáculos epistemológicos a partir da fala dos sujeitos envolvidos no trabalho.

Quanto à categoria **Intervenção didática**, investigamos as expressões-chave, levando em consideração a prática da experimentação que contempla o método científico, e verificamos se o conhecimento inicial da realidade em que houve a problematização foi aprofundado. Com as subcategorias, identificamos os valores que representam a busca do conhecimento na relação entre teoria e prática.

Figura 02 – Categorias e subcategorias utilizadas na análise dos dados



Fonte: Dados da pesquisa

Na **Teorização**, identificamos as ações que colaboram para a resolução total ou parcial do problema analisado. Para isso, avaliamos os valores práticos (posse e trabalho) e cognitivos na realização do debate (conhecimento e domínio do tema) dos estudantes com os temas sorteados.

Na última categoria - **Intervenção aplicação à realidade** - identificamos as hipóteses elaboradas para solucionar o problema, o que visa contribuir para transformar a realidade estudada. Aqui, extraímos os valores relativos aos elementos substanciais que identificamos nas biografias produzidas por cada equipe participante na pesquisa.

4 PRODUTO FINAL

O produto final é um site educativo (Figura 03), no qual são postados materiais para facilitar a compreensão dos estudantes acerca dos conhecimentos sobre Biologia, especificamente encontramos uma coletânea de biografias de filósofos e naturalistas que tiveram papel importante na contribuição do desenvolvimento das ciências naturais desde os primórdios até os dias atuais.

Figura 03 – Página inicial do site educativo: Compreendendo a História e a Filosofia na Biologia



Fonte: Dados da pesquisa

Essa coletânea foi sugerida e confeccionada como trabalho final do processo metodológico do ensino por problema. Além dos aspectos biográficos que compõem os textos desses ilustres filósofos/naturalistas, os estudantes puderam contribuir com posicionamentos contextualizados que envolvessem a história e a filosofia da ciência.

Para escrever as biografias, buscamos como aporte teórico o Ensino por Projetos. É uma proposta voltada para as práticas pedagógicas disciplinares ou interdisciplinares. Compostas de atividades a serem executadas por alunos, sob a orientação do professor, são destinadas a criar situações de aprendizagem mais dinâmicas e efetivas, atreladas às preocupações da vida dos alunos pelo questionamento e pela reflexão, na perspectiva de construir o conhecimento e a formação para a cidadania e para o mundo do trabalho.

O trabalho com projetos vai além da “interdisciplinaridade”, na verdade, é um trabalho global, em que os saberes são construídos e sistematizados no processo de solução dos problemas aos quais se vincula o projeto.

Sobre a importância dos projetos, Hernández refere:

[...] assim entendidos [os projetos] apontam outra maneira de representar o conhecimento escolar baseado na aprendizagem da interpretação da realidade, orientada para o estabelecimento de relações entre a vida dos alunos e professores e o conhecimento que as disciplinas (que nem sempre coincidem com as disciplinas escolares) e outros saberes não disciplinares de indagação, interpretação e apresentação do processo seguido ao estudar um tema ou um problema que, por sua complexidade, favorece o melhor conhecimento dos alunos e dos docentes de si mesmos e do mundo em que vivem. (1998a, p. 91)

Assim, a cultura escolar poderá se renovar e renovar o mundo e trazer para os alunos um conhecimento significativo, capaz de intervir de forma crítica na realidade. Isso não é uma tarefa fácil, mas uma educação comprometida com as transformações sociais tem que estar sempre buscando caminhos para transpor os obstáculos que aparecem.

Para isso, houve uma preparação inicial, antes e durante a execução da sequência didática (Apêndice I) desenvolvida com a turma, que confeccionou esse material através de pesquisas pela internet, de documentários e de livros. Para não haver divergências, fizemos sorteios prévios para saber sobre qual dos grandes

pensadores cada uma das duplas iria desenvolver a atividade. Durante esse processo, os estudantes padronizaram esteticamente o resultado dos trabalhos, através de documentos de orientação da associação brasileira de normas e técnicas.

O resultado do produto final poderá ser conferido no item “coletâneas do produto final” ou através do site: <http://dialogandobiologia.wixsite.com/meusite>.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo foram apresentados seguindo as etapas pré-estabelecidas na metodologia. Inicialmente, relacionamos os dados quantitativos, obtidos através de um questionário sociodemográfico, caracterizando a população da amostra em relação às informações contidas no Apêndice III. Em seguida, apresentaremos outros objetos de estudo a partir da análise do conteúdo de Bardin (2011).

5.1 A Caracterização sociodemográfica da população estudada

Para entendermos a população participante do estudo, foi criado um formulário sociodemográfico, pois precisávamos conhecer alguns aspectos inerentes a esse nicho populacional. O número total de formulários foi de 28 (que corresponde ao número total da amostragem dos estudantes do 3º ano da turma A).

Por uma questão de melhor compreensão, apresentamos, a seguir, uma tabela referente às tabulações das variáveis que foram construídas a partir do questionário sociodemográfico, relacionando-as às suas devidas porcentagens. Em seguida, disponibilizamos os resultados dessas variáveis expressas em gráficos comparativos, que foram mostrados e discutidos, já que os questionários visam apurar as condições sociodemográficas e a amostragem da população em que se aplicou esse instrumento.

Tabela 01 – Caracterização sociodemográfica dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015.

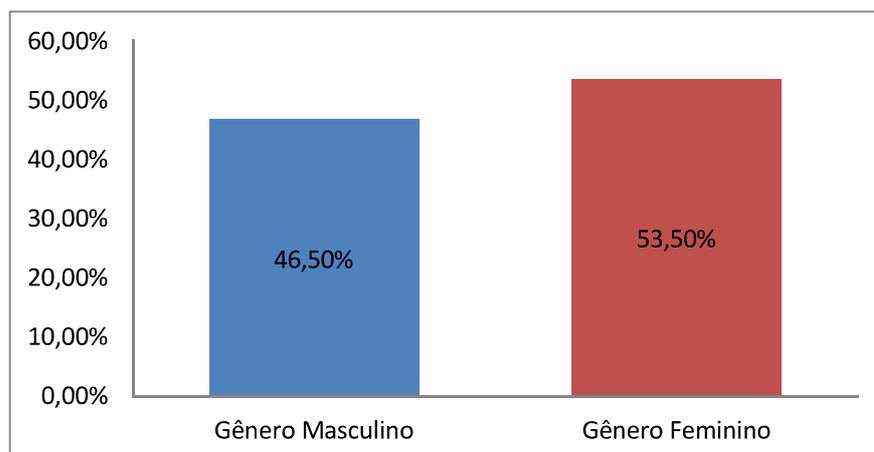
| VARIÁVEIS | CARACTERIZAÇÃO | % |
|---------------|----------------|------|
| Gênero | Masculino | 53,6 |
| | Feminino | 46,4 |
| Idade | 16 | 3,6 |
| | 17 | 53,6 |
| | 18 | 35,7 |
| | 19 | 7,1 |

| | | |
|---------------------------|----------------------------------|------|
| Religião | Protestante | 39,3 |
| | Católica | 35,7 |
| | Sem religião | 17,8 |
| | Outra | 7,2 |
| Ensino Fundamental | Todo em escola pública | 39,3 |
| | Maior parte em escola pública | 17,9 |
| | Todo em escola particular | 10,7 |
| | Maior parte em escola particular | 32,1 |
| Ensino Médio | Todo em escola pública | 85,7 |
| | Maior parte em escola pública | 14,3 |

Fonte: Dados da pesquisa

A priori foi realizada a caracterização de gênero para os alunos do terceiro ano do ensino médio, os sujeitos participantes desta pesquisa. Esta relação de gênero encontra-se mais detalhada no gráfico 01.

Gráfico 01 – Caracterização de gênero do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB - 2015



Fonte: Dados da pesquisa

Este primeiro gráfico mostra a relação de gênero dos estudantes da 3ª série, turma A. Notamos um equilíbrio em relação ao número de estudantes de ambos os gêneros. Essa realidade condiz com o levantamento do ano de 2012 do Mec/Inep/Deed (BRASIL, 2015), em que a frequência por gênero, no ensino médio regular, no Brasil, apresentou uma taxa de 53,5 (gênero feminino) e 46,5 (gênero masculino). Ao comparar com o ano de 2002, vimos que houve um significativo aumento do gênero feminino devido a programas de incentivo de paridade de gênero. Para Scott (1991), o gênero é definido como um conjunto objetivo de referências, estrutura e percepção e a organização concreta e simbólica de toda a vida social, as quais estabelecem distribuições de poder.

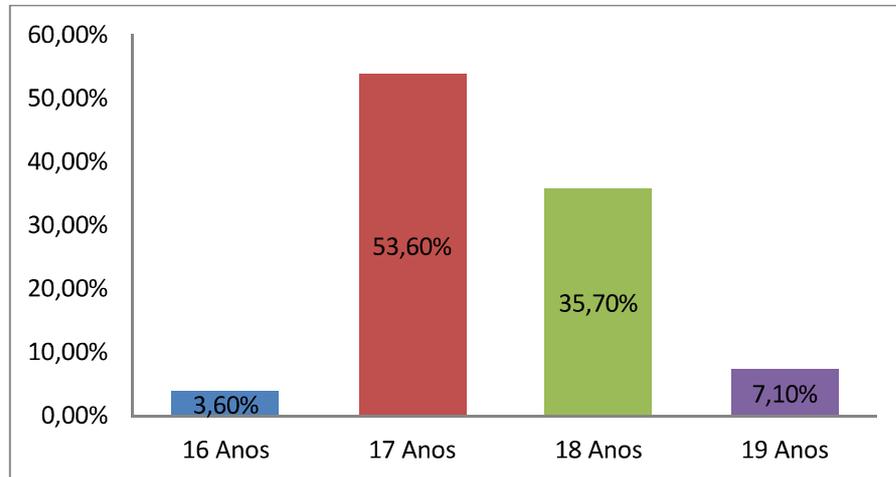
Pensar em termos de relações de gênero significa desvendar os mecanismos sociais que constroem essas desigualdades. Por isso, falar em relações de gênero é falar em relações de poder. Estamos nos referindo aos homens e às mulheres como categorias sociais, e independentemente de sua boa ou má vontade pessoal, os homens encontram-se em situação social privilegiada, e as mulheres são frequentemente discriminadas. Contudo, os dados acima atentam para o início de uma significativa mudança em relação ao gênero feminino e um quantitativo maior de ingresso ao ensino médio quando comparadas com o gênero masculino.

Por mais que este cenário da participação feminina no ambiente escolar seja relevante, é importante analisar se estes alunos que estão ativamente na escola estão na faixa etária adequada para a série em que encontra. Para isso, o gráfico a seguir (gráfico 02) centra-se na ideia de estabelecer o comparativo de idade entre os alunos do terceiro ano do ensino médio que pertencem ao campo de estudo.

Uma sondagem dos dados divulgados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2010), a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), mostra que os avanços são bons, mas ainda insuficientes. O alcance, em 2008, de taxas brutas de frequência escolar de 98%, para a faixa dos sete aos 14 anos, e de 85,2%, para a dos 15 aos 17, parece excelente. Mas se for considerada a faixa etária dos 18 aos 24 anos, essa taxa cai para 30,3%, o que revela que a maioria dos brasileiros com déficit educacional, que não conseguiram cursar o Ensino Médio na idade apropriada, por exemplo, continuam excluídos da

escola. Da mesma forma, para a faixa dos 15 aos 17 anos, a taxa líquida não ultrapassa 51%.

Gráfico 02 – Idade dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande, PB – 2015.



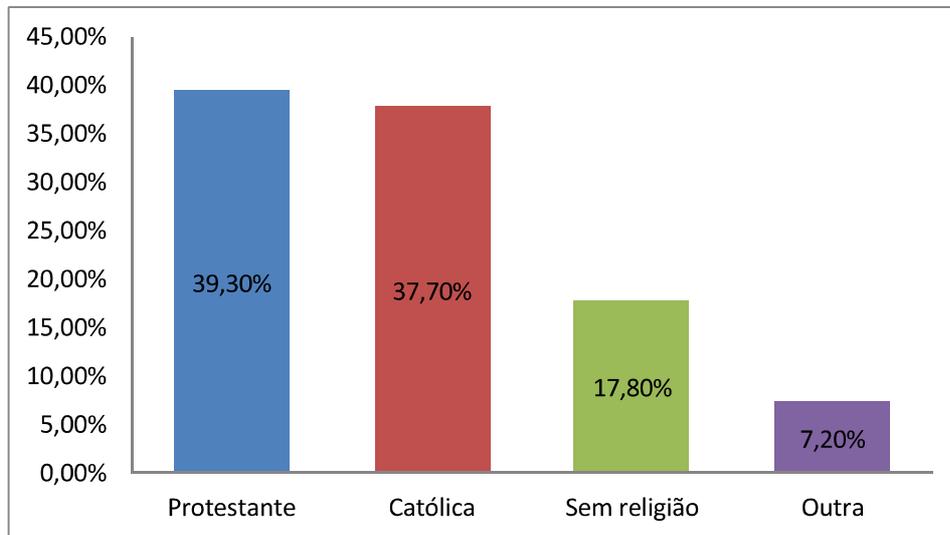
Fonte: Dados da pesquisa

Em relação à faixa etária, os estudantes encontram-se dentro do esperado para a referida escolaridade, como mostra o gráfico acima, com a predominância da idade de 17 anos, como propõe o Ministério da Educação.

Entretanto sob outro ponto de vista, compreendemos que os alunos ao entrarem na escola trazem consigo vivências culturais que contribuem para a heterogeneidade do novo ambiente que estão integrando. A religião é um dos fatores da escola heterogênea. Nesta perspectiva, o gráfico 03 revela o panorama religioso dos estudantes participantes desta pesquisa.

No que diz respeito ao credo dos estudantes, a maioria respondeu que é praticante do Protestantismo, seguidamente do Catolicismo. É importante notar um percentual elevado dos padrões em que se dizem 'Sem religião', e houve também alguns adeptos de outros tipos de credo diferentes dos apresentados no questionário, que se consideram budistas e agnósticos.

Gráfico 03 – Religião dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015



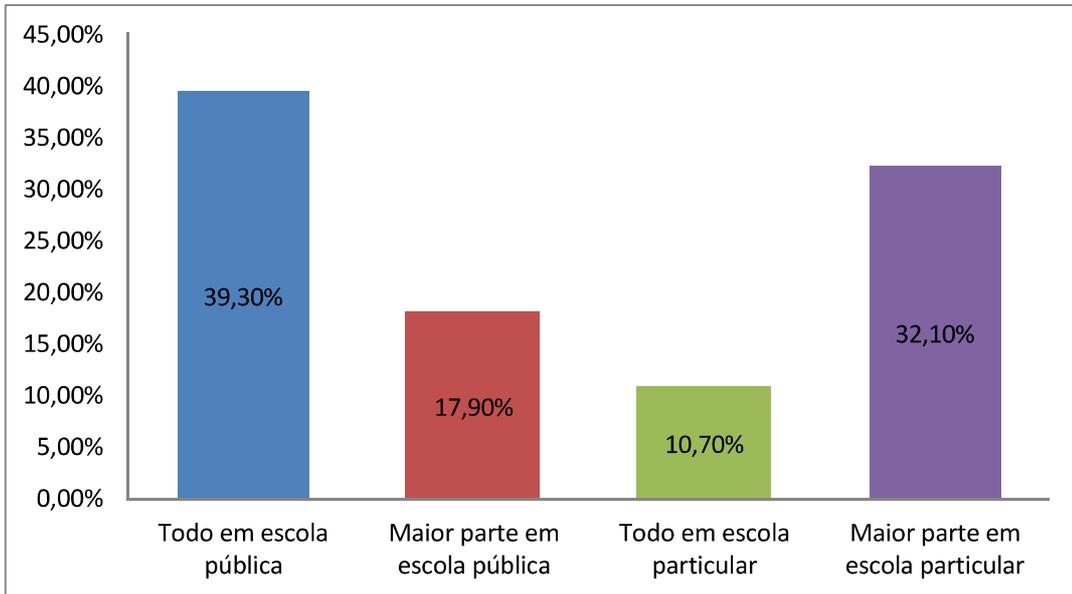
Fonte: Dados da pesquisa

Na literatura que trata das relações entre educação científica e educação religiosa, encontramos dois posicionamentos: a proposta de que a educação religiosa é incompatível e conflitante com a educação científica, devido às incompatibilidades doutrinárias, metafísicas, metodológicas e atitudinais entre ciência e religião (MAHNER, BUNGE, 1996); e a concepção de que educação religiosa e educação científica são independentes e complementares, porquanto ciência e religião respondem a distintas necessidades humanas (GOULD, 2002a).

Dessa perspectiva, entende-se que não há possibilidade de conflito epistêmico real entre religião e ciência. Propõe-se, contudo, que diálogos enriquecedores tanto para as ciências quanto para as religiões podem ser travados entre esses dois domínios do conhecimento humano.

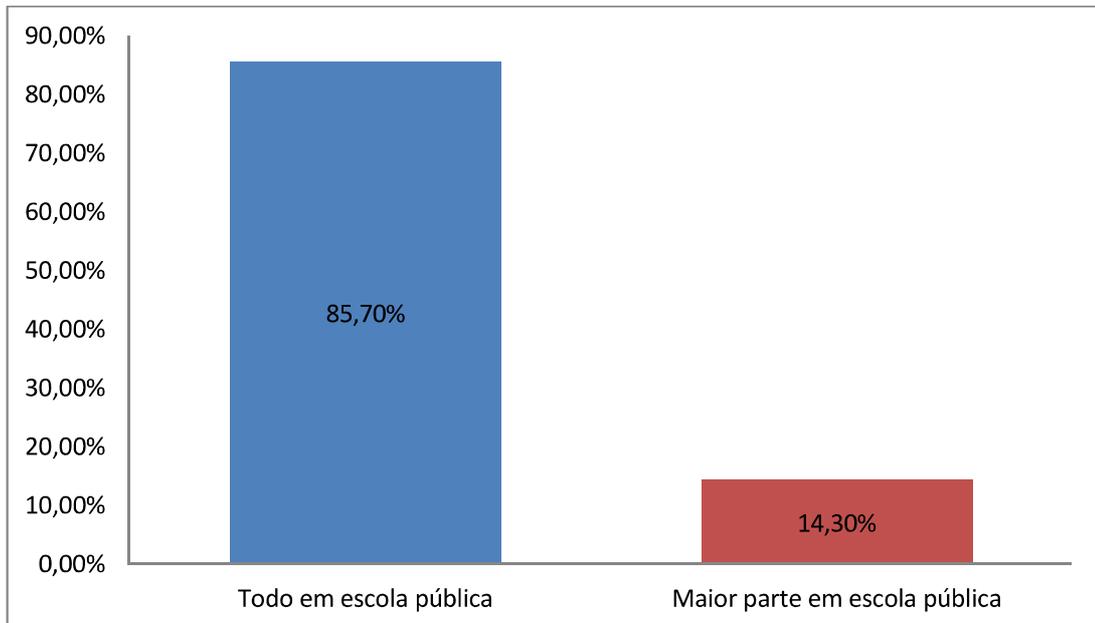
Entender a configuração da vida escolar do aluno é necessário para se entender as carências disciplinares que vão surgindo ao longo do caminho. Neste sentido, caracterizamos a formação dos estudantes desde o ensino fundamental até o ensino médio, como pode ser visto nos gráficos 04 e 05.

Gráfico 04 – Caracterização do ensino fundamental dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015.



Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 05 – Caracterização do ensino médio dos estudantes do 3º ano A de uma escola pública de Campina Grande – PB, 2015.



Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisar os gráficos 04 e 05, constatamos que há um grande percentual migratório do ensino privado para o público entre o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, o que nos leva a crer que, além dos recursos financeiros mais elevados para manter o custo dos filhos nas séries do Ensino Médio privado, ainda temos que observar a importância do processo de cotas de estudantes oriundos do Ensino Médio em programas do governo que facilitam o ingresso nas universidades, tanto em nível público quanto particular.

Rondina (1995) ressalta que o fator econômico tem um peso relevante nas transferências, porque seus resultados em um trabalho de Mestrado revelaram que, em diversos casos, a transferência é motivada pela impossibilidade de arcar com o ônus de mensalidades escolares. É inquestionável que a recessão econômica e o arrocho salarial obrigam o estudante a deixar a rede particular. A migração escolar põe em evidência o drama vivenciado por indivíduos entre o que se pode chamar de "classe média" e "classe pobre" ou de "baixa renda". Essa migração corresponde aos momentos de recessão, uma vez que o poder aquisitivo das famílias brasileiras em queda irá refletir diretamente em menos procura pelos setores de serviços privados, principalmente na saúde e na educação.

5.2 Análise de Conteúdo

Sobre o primeiro momento (intitulado 'Problema') da investigação desta pesquisa, que compreende um levantamento prévio acerca dos conhecimentos dos estudantes sobre os conteúdos de Citologia, priorizamos um questionário com perguntas sobre: o nome do naturalista, a contextualização do momento histórico, datação, conceituação etc. Na tabela 02, abaixo, apresentamos as perguntas que foram lançadas aos estudantes com o respectivo número de acertos.

Tabela 02 – Problema: ocorrência das respostas dos questionamentos em número de acertos.

| QUESTIONAMENTO | Nº DE ACERTOS |
|--|----------------------|
| 1. Quem criou o microscópio? | 0 (zero) |
| 2. Para que fim era utilizado o microscópio na época da sua descoberta? | 28 |
| 3. Como aconteceu o aprimoramento do microscópio? | 28 |
| 4. Em que se baseia a Teoria Celular? | 12 |
| 5. Quando foi descoberto o núcleo celular? | 0 (zero) |
| 6. Quando aconteceu a descoberta do DNA? | 6 |
| 7. Como se estruturou o estudo da Genética? | 28 |

Fonte: Dados da pesquisa

Como observado no quadro acima, temos a incidência de acertos dos estudantes através de suas repostas, no entanto esse processo foi dinamizado a partir das perguntas que foram elencadas no quadro da sala de aula, conforme o modelo da tabela acima. O estudante tinha cinco minutos para escrever, em uma folha de papel ofício A4, sua resposta. Depois, essas respostas eram lidas pelo próprio estudante, e em caso de acerto, eram marcadas numa contagem feita na coluna referente a isso.

O resultado descrito no quadro demonstrou que, em relação aos aspectos de datação ou nome de naturalistas, as respostas não foram satisfatórias, pois nenhum estudante soube responder a essas questões (1 e 2). No entanto ao serem questionados sobre a importância da descoberta do microscópio e de seu aprimoramento, as respostas foram da ordem satisfatória, como o quadro 02 a seguir:

Quadro 02 - Respostas a respeito da descoberta e do aprimoramento do microscópio

Estudante 01: [...] conforme a sociedade evolui tecnologicamente, suas inovações tecnológicas devem refletir também na saúde e no bem estar das pessoas. E para que haja novas descobertas é imprescindível o estudo através de pesquisas com o microscópio.

Estudante 02: A partir de sua descoberta podemos estudar estruturas que antes, de maneira alguma, podiam ser observadas a olho nu. Além disso, o tratamento de diversas doenças que acometem o ser humano é feito com base na manipulação de estruturas microscópicas responsáveis por tais doenças.

Estudante 03: A importância do microscópio nos dias atuais, desde a sua invenção, o aparelho óptico que pode ampliar uma minúscula imagem dezenas de vezes, até centenas de vezes para melhor compreensão, nos permite e nos permitiu ver o mundo de forma bastante diferente, agora podemos encontrar respostas para várias doenças, infecções entre outros males que antes eram inexplicáveis no contexto social de 80 anos atrás.

Estudante 04: Serve como instrumento de trabalho para alguns cientistas, médicos, etc.; e acredito que auxiliou muito em descobertas que influenciaram em medicamentos para doenças.

Estudante 05: Hoje, o microscópio assume um papel de suma importância, seja na Biologia, ciências ou até mesmo a observação. A partir do mesmo se pode observar atividades celulares de um tecido, atividades metabólicas de vírus, bactérias, ou qualquer que seja um agente patogênico.

Estudante 06: [...] Esse aparelho também foi essencial para descoberta da pele e identificar como as células se reproduzem causando até tumores, estudo proporcionado pelo microscópio que facilita a detecção de tumores no tempo do tratamento e como eles se comportam no interior do corpo humano. Foi essencial para a produção do clone Dolly, interessante para as pesquisas de fertilização in vitro etc.

Fonte: Dados da pesquisa

É importante perceber que esses conhecimentos prévios denotam uma consciência em relação às ideias que os estudantes têm sobre determinado conteúdo. Para Pozo (1996), uma das formas de ajudá-los a mudar suas ideias prévias, caso seja necessário, é apresentar o conhecimento científico em situações de analogias contextualizadas com sua vida cotidiana, mostrando a importância desse conhecimento de uma forma útil para explicar situações e fenômenos reais que os incluem.

Notamos, nas falas apresentadas acima, que as respostas têm uma associação direta com o desenvolvimento científico e que ele implica uma melhora da saúde da humanidade. Isso denota que não será necessário modificar essas ideias prévias, mas apenas aprimorá-las para a realidade científica.

No que diz respeito às perguntas: 'Em que se baseia a Teoria Celular?' e 'Como se estruturou o estudo da genética?', ambas as respostas tiveram pontos satisfatórios, porque alguns estudantes lembraram algumas premissas da Teoria

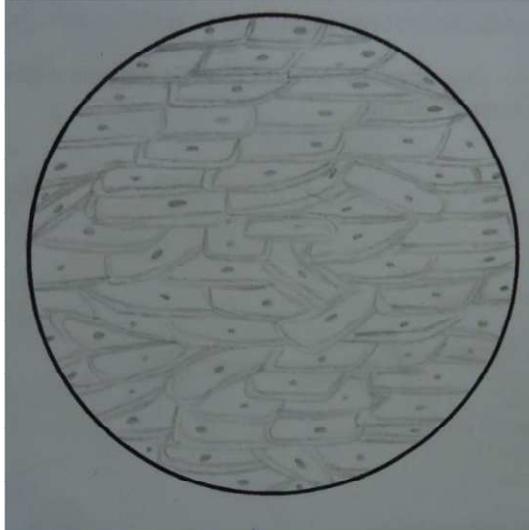
Celular; já sobre o questionamento referente à genética, sentiram-se mais confortáveis para responder, porque haviam estudado alguns conteúdos que contextualizavam a história da genética ainda naquele ano.

A utilização de **expressões-chave**, no momento seguinte ao **problema**, foi essencial para que pudéssemos organizar o pensamento científico sobre o conhecimento prévio do estudante. Para isso, os tópicos foram desenvolvidos no momento anterior (problema), em que expressões foram exploradas por meio de diálogos entre docente e discente, e facilitados durante as discussões por uma exposição em power point sobre o histórico do microscópio e a descoberta da célula. No final desse momento, os estudantes compreenderam, por meio de um processo cronológico, como a ciência é construída em seu contexto histórico e filosófico, o que contribuiu para a ruptura de alguns obstáculos epistemológicos.

No terceiro momento – o da **intervenção prática** - os estudantes vivenciaram a prática através de uma experimentação em laboratório, em que eles confeccionaram lâminas de tecidos de células vegetais e compararam com lâminas permanentes de tecidos de células animais. O intuito dessa prática era de fazer a manipulação interativa com o microscópio, deixando uma ideia de aproximação do passo a passo do método científico com a história tão importante desse instrumento para o desenvolvimento dos conhecimentos nas ciências biológicas. Importante salientar que apenas dez estudantes dessa turma haviam estado em um laboratório de Ciências antes dessa prática, e a impressão que ficou desse momento foi o quanto significativo é para eles construir o saber e relacionar a importância desse conhecimento adquirido com sua aplicabilidade na vida social.

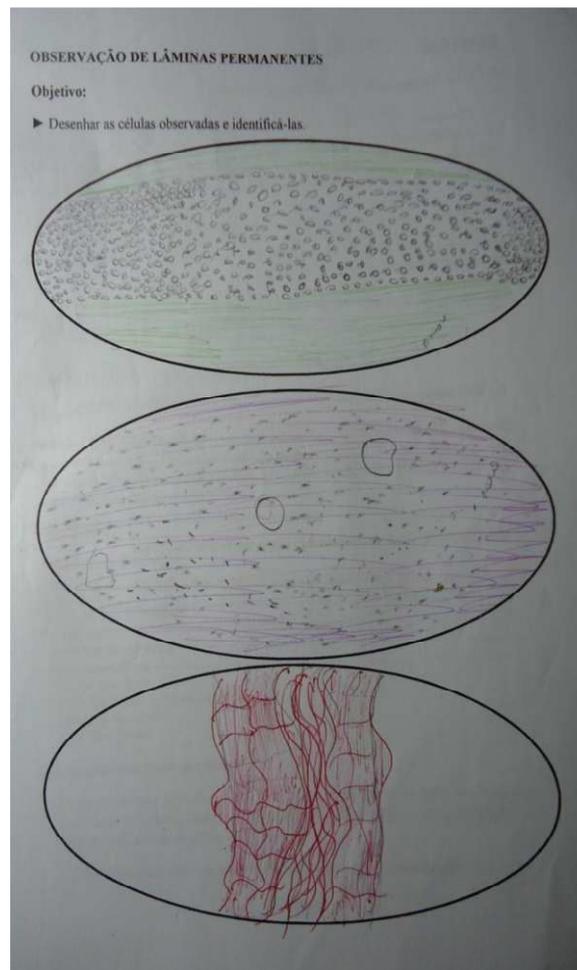
Para essa experimentação, os estudantes se dividiram em grupos de três. Cada grupo recebeu um kit com todo o material para a realização da prática, um roteiro de aula e um estudo dirigido (Apêndice II). Depois de observar as lâminas (algumas construídas pelo grupo e outras permanentes, que já estavam prontas), eles teriam que desenhar, de forma esquematizada, o que haviam visualizado nos tecidos vegetais e nos animais. Para ilustrar, disponibilizamos algumas imagens abaixo:

Figura 04 – Representação esquemática de um tecido vegetal



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 05 – Representação esquemática de tecidos animais



Fonte: Dados da pesquisa

Para resolver as questões do estudo dirigido, foram aplicadas quatro perguntas. Para ilustrar, reproduzimos as repostas de alguns estudantes. Convém lembrar que o conteúdo dessa prática refere-se à histologia presente no cronograma do livro do 1º ano do ensino médio, ou seja, essas perguntas foram respondidas de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes e à descoberta do processo da prática experimental.

Quadro 03 - Respostas da pergunta nº 01 do estudo dirigido.

Estudante 01: *As vegetais são estruturadas e interligadas entre si, fazendo blocos, já as animais são mais “soltas” não havendo bloco e com certas distância entre elas.*

Estudante 02: *A diferença é que as células vegetais são em forma de quadrados e possuem parede celular. Já as animais não têm parede celular e é em forma redonda, as duas se tornam diferentes pelas cores também.*

Estudante 03: *As células vegetais não possuem bolinhas e a animal possui, a célula vegetal é uniforme e a animal não.*

Fonte: Dados da pesquisa

Para caracterizar a diferença entre as células vegetais e as animais observadas no microscópio, os estudantes respondem por uma perspectiva da aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1982), de que as concepções alternativas que o estudante constrói previamente sobre os conteúdos são menos estruturadas do que os conceitos científicos, pois eles explicam, de um modo pessoal, um conhecimento aceito pela comunidade científica. Ainda segundo o autor, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

Respostas da pergunta nº 02 do estudo dirigido: Qual a menor parte de um ser vivo que ainda é capaz de se alimentar, respirar, reproduzir-se e excretar? Para essa pergunta, tivemos uma resposta unânime: a célula. Consideramos que a definição de célula foi aplicada coerentemente, e isso mostra que não houve obstáculo epistemológico na aprendizagem do significado de célula nas séries anteriores.

Para conhecer bem mais os obstáculos epistemológicos, Bachelard (1996) descreveu, em “A formação do espírito científico”, alguns tipos de obstáculos: (i) a experiência primeira, (ii) a generalização prematura, (iii) o obstáculo verbal, (iv) o conhecimento unitário e pragmático (v) e a substancialista e (vi) animista. Bulcão (1981) atenta para a ideia de que, apesar dos diferentes tipos de obstáculos epistemológicos listados acima, é importante notar que eles são ‘polimorfos’, ou seja, com muita frequência mais de um obstáculo epistemológico está presente num texto ou discurso científico ou em uma teoria.

Como exposto, notamos que a unanimidade dos acertos demonstrou que a ruptura desse obstáculo epistemológico foi importante no caminhar do ensino básico, uma vez que esses estudantes têm a competência necessária para responder a um dos conceitos mais relevantes no ensino de Biologia.

Quadro 04 - Respostas da pergunta nº 03 do estudo dirigido.

Estudante 01: *Não, pois até mesmo os vírus precisam estar contidos em uma célula para exercer alguma função.*

Estudante 02: *O vírus, porém não é definido ainda como um ser vivo, já que só se mantém “vivo” quando está em um ser com células(s).*

Estudante 03: *Os vírus não são providos de células, ou seja, estruturas acelulares, denominado de parasita intracelular obrigatório, em virtude de suas atividades vitais só serem processadas sobre um corpo hospedeiro, fora desse eles se tornam inativos.*

Fonte: Dados da pesquisa

Nas falas citadas acima, notamos uma divergência no entendimento, já que alguns julgam que ter célula é uma premissa para um ser vivo, e outros discordam porque não entendem que, embora o vírus possa metabolizar e reproduzir-se, o importante é basear-se na teoria celular para entender o que é um ser vivo. Ainda sobre as concepções alternativas, Hurtado e Garcia (2003, p.2) enfatizam que “[...] o ensino de ciências biológicas apresenta uma série de problemas que guardam relação com conceitos, nomenclaturas e classificações, que, às vezes; confundem ou reforçam a construção de concepções errôneas”.

Nos livros didáticos, a história da Ciência é apresentada fundamentalmente em forma de simplificações. Para a maioria dos autores, ela se limita a citar nomes importantes acompanhados de datas. Devido a esse reducionismo para as referências na história da Ciência, é que surgem erros e contradições e que, na maioria das vezes, tende a se repetir. Assim, muitos autores partem de informações errôneas e fazem relações equivocadas, o que culmina em conclusões erradas, e o estudante não consegue elucidar os fatos verídicos, o que compromete a aprendizagem e rompe o obstáculo epistemológico.

Quadro 05 - Respostas da pergunta nº 04 do estudo dirigido.

Estudante 01: *Sim, células mais compactas possuem maior resistência enquanto células alongadas possuem grande elasticidade possibilitando movimentos variáveis.*

Estudante 02: *Sim, o formato de uma célula tende a capacitá-la de acordo com o funcionamento da mesma. Expandindo-se ou não, por exemplo, quando necessário.*

Estudante 03: *Não necessariamente. Independente de critérios como, formato, tamanho, dentro outros, a célula em si processa as atividades vitais de que um organismo precisa.*

Fonte: Dados da pesquisa

Novamente encontramos respostas com justificativas adversas, o que fortalece, mais uma vez, a importância da noção do “perfil conceitual” proposto por Mortimer (2007), que defende uma evolução dos conceitos na escola adaptados da ideia de “perfil epistemológico” defendido por Bachelard (1978). Algumas características de ideias comungam com os dois tipos de perfil, pois compartilham a ideia de que um único conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico. Essa organização do pensamento encontra-se disposta em diferentes zonas, segundo a hierarquia de suas origens.

Para o momento **teorização**, o grupo foi dividido em cinco subgrupos. Cada um deles, através de um sorteio, recebeu determinado tema (células-tronco, transgênicos, biogênese *versus* abiogênese, câncer e nanomedicina). Os assuntos foram apresentados por meio da técnica de debates, em que os grupos poderiam expor seu tema de forma contextualizada, abordando os pontos positivos e os

negativos que foram necessários para fortalecer a Ciência em nosso cotidiano como um todo. Ao apontar as críticas na construção científica de cada tema proposto, os estudantes apresentaram argumentos bem elaborados que defendiam a aplicabilidade desses temas voltados para a sociedade.

Para isso, segundo Bordenave e Pereira (2002), é importante ensinar o estudante a ter uma “atitude científica”, que é diferente do “conhecimento sobre o método científico”. Enquanto a atitude se adquire com uma simples leitura, o conhecimento depende das experiências vividas pelo estudante, isto é, da metodologia de ensino/aprendizagem usada pelos professores. Ainda de acordo com Bordenave, “o estudante usa a realidade para aprender com ela, ao mesmo tempo em que se prepara para transformá-la” (1989, p. 25).

Por fim, chegamos ao último momento, que chamamos de **intervenção aplicada à realidade**. Ao relacionar a Ciência ao seu cotidiano social no momento anterior (debate), os estudantes constataram que o saber científico dos livros pode ser atribuído ao cotidiano de sua casa, da rua, da escola, de sua cidade. Essa é uma forma de desconstruir o paradigma da Ciência como uma fronteira inatingível. Propusemos como trabalho de avaliação final a pesquisa biográfica de alguns ilustres naturalistas presentes em nossos livros didáticos e que foram essenciais para o favorecimento da Citologia e da Biologia como ciências.

O que propomos nessa etapa final foi a confecção de um material biográfico desses grandes expoentes da Ciência (o que, nos livros didáticos, resume-se, muitas vezes, a um único parágrafo) para que possamos desmistificar o mito do cientista e da Ciência como algo distante de nós. Na produção das biografias, os estudantes (em número de dois participantes) estavam livres para inferir críticas pertinentes quando fosse necessário. Foram produzidas 12 biografias, que estão disponíveis no site: <http://dialogandobiologia.wixsite.com/meusite>.

No quadro abaixo, apresentamos trechos extraídos das biografias produzidas pelos estudantes e que expressam valores substanciais para a pesquisa.

Quadro 06: Valores relativos aos elementos substanciais das biografias produzidas

| |
|--|
| <p>Alfred Russel Wallace: [...] ele muitas vezes acaba sendo esquecido pelos livros de biologia do ensino médio. Embora Wallace e Darwin tenham chegado independentemente ao princípio da seleção natural e comunicado o resultado de suas investigações à Linnean Society de Londres em 1858, em geral os livros didáticos discutem apenas a contribuição de Darwin. Wallace é mencionado como um naturalista que enviou o seu ensaio para Darwin, o qual motivou Darwin a publicar o <i>Origin of Species</i> e que as ideias evolutivas de ambos são bastante semelhantes.</p> |
| <p>Charles Robert Darwin: [...] um nome importante para a ciência, uma história traçada desde a sua juventude, suas pesquisas e seus feitos contribuíram para o avanço da biologia. [...] Nesse artigo, tenho a necessidade de falar sobre um personagem que influenciou muito nas pesquisas de Darwin, as vezes passando por despercebido: [...] Wallace foi o primeiro a propor a distribuição geográfica das espécies animais.</p> |
| <p>Francis Harry Crick: [...] Watson teve acesso à cópia da fotografia obtida por Rosalind, por meio do físico britânico Maurice Wilkins, que também se dedicava ao tema na mesma instituição. Rosalind e Wilkins tinham gênios incompatíveis e isso fez com que ela fizesse seus estudos isoladamente. Em menos de um mês, com a fotografia em mãos, Watson e Crick chegaram à estrutura correta. Rosalind morreu de câncer, aos 38 anos, quatro antes do prêmio Nobel ser concedido à Watson, Crick e Wilkins. [...] Diferenças temperamentais e de comportamento à parte, a descoberta foi comemorada por Watson efusivamente. Na frase do biólogo, o resultado foi classificado como "demasiado belo para não ser verdade".</p> |
| <p>Robert Hooke: [...] foi um importante filósofo natural que deu contribuições a diversas áreas do conhecimento. Suas contribuições mais conhecidas são no campo da física, mas seus estudos microscópicos sobre seres vivos também foram muito importantes. Embora Hooke não esteja entre os cientistas mais populares, todos os que já estudaram detalhadamente suas contribuições ficaram impressionados. [...] debilidade parece ter sido compensada por uma inquietude investigativa, sendo raras suas pesquisas conduzidas até o fim, tirando da experiência todas suas possibilidades teóricas. Por isso, Hooke sobressaiu-se mais como um pesquisador em extensão que em profundidade: satisfazia-se, aparentemente, com o domínio da reprodução mecânica do fenômeno, sem se aprofundar nos fundamentos teóricos.</p> |
| <p>Rosalind Franklin: [...] assim como Darwin, Mendel, Lamarck e tantos outros cientistas, foi uma peça fundamental no mundo em que vivemos, pois com sua descoberta através do Raio-X, Rosalind foi capaz de contribuir com o Projeto Genoma Humano (HGP, na sigla em inglês) o qual foi o mais impactante entre tantas outras pesquisas baseadas na descoberta de Franklin. Fundado em 1990 e concluído em 2003, o Projeto permitiu o primeiro sequenciamento completo do genoma humano, composto por três bilhões de bases nitrogenadas. Porém, Rosalind morreu sem ter sido reconhecida pelo seu grande feito na Ciência, pois foi vítima de Cientistas egoístas que buscavam o reconhecimento só pra si, e o pior, através das outras pessoas. Rosalind hoje é defendida pelos que buscam compreender a sua história, principalmente pelas mulheres, que se identificam com o preconceito que a mesma sofreu em seu tempo. Um exemplo de dedicação, competência e caráter, Rosalind, sempre estará presente na história.</p> |
| <p>Jean Baptiste Pierre Antonie de Monet de Lamarck: [...] Essa visão, naturalmente, não foi aceita para o pensamento da época, ainda arraigado no fixismo, do qual Lamarck tivera a iniciativa de dissociar-se. A comunidade científica e sua base teórica iriam entrar em crise em poucos anos. [...] Observa-se, portanto, que há uma tendência no meio científico de atenuar as contribuições de Lamarck destinada às outras áreas como meteorologia, química, geologia e botânica, maximizando aspectos de sua teoria evolucionista, como as leis citadas anteriormente, as quais são consideradas apenas erros e demonstração de uma teoria superficial. [...] Tendo em vista a referida contradição da importância de Lamarck</p> |

para a História Natural e sua minimização através de uma análise superficial de sua teoria, depreende-se que a ciência e ter ideias aceitas pela sua comunidade consistiam em prestígio social e financeiro, o que Lamarck não teve.

Fonte: Dados da pesquisa

Para produzir as biografias, os estudantes tiveram como referência as normas da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), para facilitar a padronização dos artigos o mais próximo possível do que rege a ABNT, para que pudéssemos lançar o material já pronto e convertido em PDF e disponibilizá-lo no site <<http://dialogandobiologia.wixsite.com/meusite>> para que outros estudantes possam consultar e fazer o download se preferirem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível ensinar o conteúdo de Citologia utilizando a abordagem do pensamento sistêmico. Para isso, utilizamos a modalidade de ensino por projetos na construção das biografias dos naturalistas, como produto final deste trabalho e que servirá como recurso didático que outros estudantes poderão consultar como fonte de pesquisa. A aprendizagem dos conhecimentos de Citologia foi apropriada através da abordagem do ensino por problema, uma estratégia didática que proporcionou ao estudante interagir efetivamente durante o desenvolvimento do processo de aprendizagem e facilitou a apreensão dos conceitos e das terminologias necessários para o conhecimento e sua aplicabilidade em seu meio social.

Ressaltamos, ao longo do trabalho, as dificuldades de lecionar o conteúdo de Citologia, no entanto, conseguimos transpor essas dificuldades quando utilizamos o ensino por problema, tanto através da prática experimental em laboratório quanto da construção dos argumentos dialogados e debatidos com senso crítico aplicado à realidade. Em contrapartida, transpusemos alguns obstáculos epistemológicos, pois, ao problematizar o conteúdo, temos a oportunidade de reorganizar novas ideias e de associá-las às já adquiridas. Assim, o estudante tem a oportunidade de expressar esse conhecimento com mais autonomia prática.

O processo de desenvolvimento da pesquisa e de elaboração das biografias dos naturalistas permitiu que o estudante se apropriasse do método científico e o relacionasse aos conhecimentos da história da Ciência e da Filosofia e a importância de aplicá-los ao seu cotidiano.

Assim, com o desenvolvimento deste trabalho, nossa intenção foi de alcançar outros profissionais da Biologia e das licenciaturas em geral que se interessem pela estratégia didática de ensino por problema, para que sirva de subsídio para desenvolver outros projetos, com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos estudantes numa perspectiva sistêmica, interdisciplinar e aplicada à realidade do seu meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BACHELARD, G. **A filosofia do não; o novo espírito científico; a poética do espaço (Os pensadores)**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

_____. **A formação do espírito científico: contribuição para uma Psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BARDIN, L. **Análise do conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BASTOS, F. **Construtivismo e ensino de ciências**. In: NARDI, R. *Questões atuais no ensino de Ciências*. São Paulo: Editora Escrituras, 1998.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 1989.

_____. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. 3. ed., v. 04, Brasília: A Secretaria, 2001.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002.

_____. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002.

_____. **Programa: Ensino Médio Inovador. Documento orientador**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2009.

_____. **Relatório Educação para todos no Brasil 2000-2015**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2015.

Bulcão, M. **O Racionalismo da Ciência Contemporânea: uma análise da Epistemologia de Gaston Bachelard**. Rio de Janeiro: Edições Antares, 1981.

CABALLER, M. J.; GIMÉNEZ, I. Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 63-68. 1993.

CAMPANARIO, J. M.; OTERO, J. (2000). "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". En: **Enseñanza de las Ciencias**. v. 18, n. 2, p. 155-169. 2000.

- CARRAHER, T. N. Ensino de ciências e desenvolvimento cognitivo. **Coletânea do II Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia"**. São Paulo: FEUSP, p. 107-123, 1986.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a Educação**. 3. ed., Ijuí: Unijuí, 2003a.
- DRIVER, R.; EASLEY, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, 5, 61-84.
- FAZENDA, Ivani (org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. São Paulo: Cortez, 2010.
- FERNANDÉZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- FRACALANZA, H. et al. **O ensino de Ciências no 1º grau**. São Paulo: Atual, 1986.
- FREITAS, R. A. M. M. Cultura e aprendizagem: contribuições de Vygotsky e teóricos atuais da cultura. **Educativa**, Goiânia, v. 7, n.2, p. 335-352, 2004.
- GASPARINI, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. Campinas-SP: Autores Associados, 2002.
- GATTI, B.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil. In: WELLER, Wivian; PLAFF, Nicolle. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa qualitativa em Educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1987.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GOULD, S.J. **Pilares do tempo. Ciência e religião na plenitude da vida**. Rio de Janeiro: Rocco, 2002a.
- HAZEN, R. M.; TREFIL, J. **Saber ciência do big bang à engenharia genética - as bases para entender o mundo atual e o que virá depois**. Tradução Cecília Prada. São Paulo: Editora de Cultura, 2005.
- HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998a.
- HURTADO, M. T.; GARCIA, F. G. Algunas dificultades em la enseñanza de la histología animal. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. V. 2, n. 2. 2003.

IPEA. PNAD 2009: primeiros resultados. Situação da educação brasileira – avanços e problemas. Brasília: 18 nov. 2010. Disponível em: http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/101118_comunicadoipea66_apresentacao.pdf. Acesso em: 12/12/2014.

KRASILCHIK, M. **Práticas do ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

LECOURT, D. **Para uma crítica da Epistemologia**. Lisboa: Assírio e Alvim, 1980.

LIMA, M. E. C. C.; JÚNIOR, O. G. A.; BRAGA, S. A. M. **Aprender ciências – um mundo de materiais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

MAHNER, M & BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? **Science & Education**. v.5, n.2, p. 91-99, 1996.

MARTINS, A. F. P. Algumas contribuições da Epistemologia de Gaston Bachelard à pesquisa em ensino de Ciências. In: **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências**. Florianópolis, 2007.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia celular para a primeira série do ensino médio**. Dissertação de Mestrado. Brasília – DF, 2010. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/9029>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MILLAR, R. A means to an end: the role of process in science education. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, p. 43-52, 1991.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo. Temas básicos de educação e ensino**. São Paulo, SP: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget. In: MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, 1(1), 20- 39, 1996.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66 (2), 211-227.

POZO, J. I. Aprendices y maestros. **La nueva cultura del aprendizaje**. Madrid: Alianza, 1999.

POZO, J. I.; Las ideas del alumnado sobre la ciência: de donde vienen, a donde van y mientas tanto qué hacemos com ellas. **Revista Alambique – Didática de las Ciencias Experimentales**. Nº 7, p. 18-26, 1996.

RONDINA, R. C. **O deslocamento de estudantes de escolas particulares para a rede pública de ensino: um estudo de caso**. Dissertação. Universidade Federal do Mato Grosso. Programa de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 1995.

SALES, D. M. R.; SILVA, F. P. Uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Ciências. In: **Anais do IV Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade Senac PE**. Recife, 2010.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. São Paulo: Cortez Ed. Autores Associados, 1989.

SCOTT, Joan. **Gênero: uma categoria útil para análise histórica**. S.O.S. Corpo, Recife, 1991.

SILVEIRA, R. V. M. **Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético?** Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2003.

VAIRO, A. C.; FILHO, L. A. C. R. Perfil conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdos de Biologia. **Revista Ensaio**. Vol. 15, Nº 01, p. 193-208, jan-abr, 2013.

COLETÂNEAS DO PRODUTO FINAL

Coletâneas das Biografias dos Naturalistas
(12 biografias referentes ao produto final)

LAMARCK: UMA BIOGRAFIA ESQUECIDA PELA CIÊNCIA E SEUS REFLEXOS

Wendell de Oliveira
Bruna Santos de Queiroz
Fabrício Cavalcante⁴

Cavalheiro de Lamarck ou Jean Baptiste Pierre Antonie de Monet de Lamarck eram, respectivamente, título e nome do naturalista francês, mais conhecido como o produtor da Teoria da Progressão, de acordo com Lilian Al-Chueyer (2007). No entanto, boa parte do legado desse evolucionista foi esquecida de forma súbita, a partir da publicação dos estudos de Darwin sobre a seleção natural. Nesse sentido, tal artigo visa ao esclarecimento das motivações que levaram a esse problema de reconhecimento da obra naturalista de Lamarck, além de mostrar seus reflexos na atualidade propondo soluções para tal.

Lamarck nasceu na França em 1744 na comuna de Bazentin-le-Petit que fica dentro da região de Picardia. Ele participou da Guerra dos Sete Anos, mas antes disso sua vida fora destinada à profissão eclesiástica no início da adolescência, “por razões econômicas e sociais” como afirma Lilian Al-Chueyer (2007). Mas tal carreira foi prontamente rejeitada, tendo em vista o interesse do naturalista no serviço militar, tão constante no histórico de sua família nobre, embora, naquele momento, empobrecida.

Esse desejo de ser combatente na guerra foi provavelmente o ponto chave para o seu gosto, bem como interesse por Botânica. Para ser um bom militar, Lamarck teria que conhecer muito bem a topografia francesa e principalmente sua flora uma vez que esta serviria como esconderijo. Nesse ínterim, ele ficou fascinado pela vegetação francesa, quando, ainda cursando medicina em 1779 desistiu para concluir seu outro curso, Botânica, no Jardim Real. A primeira obra não podia ter outro nome que não Flora Francesa, cuja primeira edição foi publicada em 1779, valendo-se do contato que teve com Bernard de Jussieu (1704-1779).

⁴Fabrício André Lima Cavalcante: Orientador da pesquisa. Graduação em Ciências Biológicas e mestrando em pós-graduação em ensino em Ciências e Matemática.

No entanto, apesar do prestígio e das ávidas leituras da comunidade científica da época sobre seus artigos, o sucesso de Lamarck como botânico nunca mais seria o mesmo. Com a Revolução Francesa (1789), as antigas instituições foram abolidas para construir a imagem de uma França inovadora política e institucionalmente. Através dessas mudanças, o histórico Jardim do Rei passou a ser o Museu de História Natural e, segundo Lilian Al-Chueyer Pereira Martins :

Apesar de seu grande prestígio, Lamarck não foi escolhido para ocupar uma das vagas de botânica do museu. Seu sistema de classificação de vegetais foi combatido por Antonie-Laurent de Jussieu (1748-1836) e por Robert-Louis Desfontaines (1750-1833), que adotaram o antigo sistema de Tournefort (MARTINS, 2007, p.29)

Lamarck encontrava-se limitado pela não aceitação da comunidade científica atuante, mesmo propondo um sistema de classificação das plantas mais compreensível de que o de Jussieu, e pode-se dizer até mesmo mais fácil que o de sua época, que era o de Linné (1707-1778). Ele também era contra a ordem natural, tendência de classificar os seres da ordem mais complexa até a mais simples. Pensando de maneira hipotético-dedutiva, pode-se constatar que essa análise do Cavaleiro francês supunha um pensamento de que o mais complexo ser não poderia ser delimitado. Logo, seria mais proveitoso classificar os seres de seu estágio mais simples até o mais desenvolvido, tendo em vista que os animais estariam em progressão, ou ainda, transformismo.

Essa visão, naturalmente, não foi aceita para o pensamento da época, ainda arraigado no fixismo, do qual Lamarck tivera a iniciativa de dissociar-se. A comunidade científica e sua base teórica iriam entrar em crise em poucos anos.

Tal percepção sobre a maneira de como a ciência é constituída e seu peso sobre a aceitação de novas teorias remete ao conceito de paradigma de Thomas Kuhn (1922-1996).

Kuhn foi filósofo do método científico, que criticava a visão da ciência como um progresso irrefutável. Segundo sua teoria, a ciência passa por várias etapas e é influenciada pelo contexto histórico-social. Dessa forma, existe uma lógica teórica

estabelecida constituindo o próprio paradigma e este se encaixa dentro de uma ciência 'normal'.

O naturalista francês fazia parte das anomalias da lógica científica tradicional. Seria necessário, portanto, uma crise que abalasse as premissas da ciência, bem como uma Revolução Científica, a qual quebrasse o paradigma vigente. Ainda a respeito da construção de uma revolução como essa, Imre Lakatos (1922-1974) procurou explicar sua origem. Ele afirmava que o conflito entre uma teoria progressiva, que é revolucionária por trazer elementos novos, e uma teoria degenerativa, que quer consolidar fatos já conhecidos, o que não impede, segundo o pensamento de Lakatos desta última tornar-se progressiva, derrubada a anterior.

Mas uma revolução assim, depois de Lamarck, só ocorreu através das ideias de Charles Darwin (1809-1882) que estavam em destaque. Provavelmente o fator que desenvolveu essa notoriedade, além do avanço na mentalidade da época e da imprensa, foi a repercussão que a discussão a respeito do livro "Sobre a origem das espécies por meio de seleção natural", feita supostamente entre Thomas Huxley (1825-1895) e o bispo Samuel Wilberforce (1805-1873) teve. Huxley defendia avidamente Darwin alegando ao bispo que melhor seria tornar-se um macaco a ser um indivíduo que utilizava de sua eloquência para manter sua doutrina preconceituosa na mentalidade do povo. Foi feita, neste caso, uma desavença ideológica que se disseminou e adquiriu vários adeptos contrários ou a favor de Darwin.

Além de Wilberforce, outros contemporâneos de Charles Darwin tentaram falsificar a teoria de seleção natural. No entanto, essas tentativas contribuíam apenas para corroborá-la.

Porém, as contribuições de Lamarck para a teoria conhecida atualmente como Evolução das Espécies foi deformada e é mal compreendida. Esse botânico era apto a descrever e foi o responsável pela classificação de vários vegetais. Seu raciocínio considerava as "circunstâncias" do meio ambiente essenciais para "degradação", ou seja, para as mudanças que indivíduos de uma mesma espécie iriam sofrer em virtude do local onde estavam inseridos e suas condições. Contudo,

o interrompimento de sua atividade como botânico adjunto em função da efervescência política e as críticas da época quanto ao seu sistema de classificação das plantas, quase que o obrigaram a encaminhar-se pela zoologia. Nesse ramo ficou famoso por duas leis: a do uso e desuso e a da transmissão dos caracteres adquiridos, publicadas no livro *Philosophie zoologique* em 1809. Devido a tais fatores talvez o naturalista não tenha conseguido aprofundar seus estudos sobre botânica e consolidar seu sistema vegetal de classificação, passando a estudar os insetos, aos quais foi dirigida pela primeira vez a nomenclatura de invertebrados.

Observa-se, portanto, que há uma tendência no meio científico de atenuar as contribuições de Lamarck destinada às outras áreas como meteorologia, química, geologia e botânica, maximizando aspectos de sua teoria evolucionista, como as leis citadas anteriormente, as quais são consideradas apenas erros e demonstração de uma teoria superficial.

O próprio francês considerava-se superficial em alguns pontos de sua teoria, mas é necessário compreender que o mesmo não tinha uma visão tão epistemológica a respeito de suas conjecturas. Além disso, a tecnologia da época ainda não oferecia suporte para a comprovação de suas constatações e sua saúde não ajudava quanto ao aprofundamento de alguns pontos da lógica transformista.

Nesse cenário, a vastidão de suas pesquisas na área de meteorologia, química e geologia foi relegada ao famoso exemplo da girafa que, usada como exemplo em *Philosophie zoologique*, consagrou a lei do uso e desuso e a lei da transmissão dos caracteres adquiridos como fracos alicerces da teoria da progressão. Lamarck não queria dizer com elas que o desejo, de alguém ou de um animal, de fazer crescer ou atrofiar um membro do corpo seria concretizável, mas que as circunstâncias seriam agentes modeladores do atrofiamento ou crescimento das partes do corpo de um animal em relação ao mesmo órgão de outra espécie. Em seguida, a lei da transmissão dos caracteres adquiridos era uma constatação antiga, embora não aceita. Ela era muito comum de circundar a comunidade científica, mas os discursos inflamados dos que tentavam falsificar sua teoria aproveitaram o desinteresse do naturalista em revisar esse aspecto com mais cautela.

Lamarck foi tão importante em outras áreas do conhecimento a exemplo da meteorologia, através da qual buscava mecanismos de comprovar que o ambiente exercia influência sobre os animais. Para isso foi um observador atento das nuvens e chegou a classificá-las como afirma Landrieu no livro de Lilian Al-Chueyer :

Ele distinguiu nove tipos de nuvem, que eram os seguintes: nuvens brumosas, nuvens em véu, nuvens divididas comuns (nuvens em farrapos, nuvens inchadas, nuvens ajuntadas), nuvens em varreduras, nuvens em barras, nuvens encarneiradas, nuvens em corredor, nuvens em cano ou em “diabinho” e nuvens agrupadas em montanhas (Landrieu, Lamarck, Le fondateur du transformisme, p.141) .(MARTINS, 2007, p.42)

Outra contribuição do naturalista foi no campo da Geologia. Ele acreditava que a água era o agente que esculpia o relevo e provocava a formação de montanhas de origem não vulcânica. . Uma observação também importante e seguida por Lamarck é de que as bacias oceânicas movimentavam-se, alegando para tal afirmação a presença de fósseis com semelhanças de animais marinhos de sua época. Ou seja, Lamarck utilizava-se de conceitos e teorias de outras áreas para afirmar sua teoria progressista. É interessante visualizar que o transformista tinha um notável interesse sobre química, contudo era um interesse mais filosófico, procurando reafirmar a teoria da geração espontânea, isto é, do surgimento de alguns seres que, na época, não se tinha explicação. Somente através de Louis Pasteur (1822-1895), em 1864 , que criou o método da pasteurização, a “vitória” da biogênese sobre a geração espontânea defendida por Lamarck aconteceu. Este seguia a teoria dos quatro elementos, segundo a qual tudo que existe seria uma proporção ou combinação dos elementos: água, fogo, ar e terra. Dentre eles, o francês dava ênfase ao fogo que, para ele, era o elemento essencial na concepção de fenômenos elétricos, magnéticos e acústicos e que podia estar de formas diferentes na natureza: o modo fixo, o calórico e seu estado natural.

Entre 1800 e 1802 o cavalheiro de Lamarck publicou uma das obras mais avançadas para sua época que foi *Recherches sur l'organisation des corps vivants*. Nessa produção, ele propunha uma maneira mais aprofundada de classificar os animais, através não somente das cavidades do coração e do sangue, defendidas

respectivamente por Linné e Aristóteles (384 a.c -322 a.c), e sim através da ausência ou presença de vértebras, dividindo os animais em doze massas, os abrangentes grupos de espécies, muito conhecidas nos livros de Biologia. São elas: mamíferos, pássaros, répteis, peixes, moluscos, anelídeos, crustáceos, aracnídeos, insetos, vermes, radiados, pólipos. Tal classificação foi uma opção de Lamarck em fazer com seu leitor, acostumado com a ordem natural dos animais mais complexos até os mais simples, compreendesse sua colocação. Essa metodologia que priorizava as vértebras como critério de diferenciação entre as “massas” foi utilizada depois com a evolução da teoria celular para criação da embriologia, um importante ramo da ciência que se vincula de forma direta à evolução das espécies.

A última etapa de sua vida foi marcada por um estudo intenso dos animais sem vértebras, como ele os chamava. Ele foi professor de vermes e invertebrados no Museu de História Natural de Paris, classificando várias espécies ,tanto novas ,como as já conhecidas na sua obra mais extensa: *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822). Lamarck acreditava no poder especial de as conchas, como artigos fósseis, explicarem a progressão dos animais, os quais recebiam influência das circunstâncias ambientais e por isso fez uma clara distinção entre os seus tipos fluviais, marinhas e terrestres para consolidar essa tese. Ademais, Lamarck sistematizou todos os outros invertebrados, recebendo notoriedade por isso, apesar de críticas de Cuvier (1769 -1832), que era o contra o transformismo e foi um dos principais combatentes da teoria evolucionista na época.

Ao todo, a vida de Lamarck foi difícil, não somente devido às suas “polêmicas” publicações, mas porque os salários que recebia como professor , bem como botânico adjunto, eram insuficientes para sustentar uma família de oito filhos e cerca de três casamentos. O primeiro destes foi com Marie Rosalie Delaporte, seguido de Charlotte Victorie e Julie Mallet. Nesse ínterim, ele ficou cego devido a uma catarata progressiva causada pelo uso excessivo do microscópio em seus estudos. Morreu em 1829, deixando uma família carente e que precisou vender suas obras para custear o funeral dele ,como afirma Lilian Al-Chueyer (2007). O legado do mesmo foi esquecido depois de sua morte e mal lembrado durante o auge da teoria evolucionista, como se vê até hoje.

Tendo em vista a referida contradição da importância de Lamarck para a História Natural e sua minimização através de uma análise superficial de sua teoria, depreende-se que a ciência e ter ideias aceitas pela sua comunidade consistiam em prestígio social e financeiro, o que Lamarck não teve.

Essa instituição intelectual sempre foi movida por interesses de terceiros, os financiadores. Em tal visão, Eric Hobsbawm (1917-2012) faz uma observação de que a ciência é produto do capitalismo e como tal volta-se para uma lógica temporal de modo a preservar os interesses dos grandes burgueses. Um dos exemplos mais sólidos é como a empresa Bayer, bilionária, aplica suas pesquisas para campos tão diferentes de produtos com valor agregado. Se de um lado ela cria remédios e importantes fármacos, por outro produz veneno e agrotóxicos suficientes para que a venda de seus remédios continue. Pode-se contrapor a essa visão afirmando-se que o capitalismo financeiro exige multiplicidade de investimentos, uma vez que a monopolização do eixo produtivo seria um aspecto tão negativo em um sistema financeiro muito mais suscetível a crises financeiras devido à sua economia de mercado globalizada e a agilidade dos fluxos de informação. Todavia, apesar dos deslizes da economia global nas últimas décadas, esta empresa continua sólida, desde sua fundação, o que prova seu mecanismo de “multiplicação produtiva”.

Pode-se analisar essa situação da emergência da teoria evolucionista sob um prisma ainda mais histórico. A Inglaterra no século XVII até a metade do século XIX permaneceu hegemônica como potência econômica mundial. Várias medidas fracassadas foram tomadas por Napoleão Bonaparte para destruir esse “império inglês”, tais como o Bloqueio Continental. Contudo, a partir da Segunda Revolução Industrial, outras potências emergiram na Europa, América e na Ásia. Mesmo assim as potências europeias uniram-se para fazer a famosa partilha da África. Nessa divisão, a doutrina imperialista foi utilizada e aproveitou-se das teorias da evolução, termo atual, mas não adotado por Darwin na época. Isso ocorreu com a formação do darwinismo social, através do qual dentro da própria raça humana, estabeleciam-se diferenças afirmando-se que os negros eram raças inferiores e que os brancos tinham a “missão” de civilizá-los. Como se sabe, essa deformação do conceito de seleção natural foi utilizado para embasar teorias antiéticas de dominação política mesmo

contra a vontade de Charles. Sendo assim, fica evidente que a ciência é uma construção do homem e ainda mais do capitalismo, que, em constante mudança, altera os padrões de pensamento da sociedade.

Um exemplo de como esse sistema financeiro afeta a sociedade foi René Descartes (1596-1650), o pai da Filosofia Moderna. Este considerava a dúvida metódica o único meio de se chegar à verdade contrariando as “verdades” pré-estabelecidas pela igreja e os reis. Ele considerava uma tolice as guerras religiosas que aconteciam no século que vivia. Para ele, elas eram motivadas por paixões, e a razão seria o único meio de tornar os homens iguais e com a mesma capacidade de pensar. Logo, evidencia-se que sua teoria estava inserida no contexto do capitalismo comercial, que estava alicerçado nas Grandes Navegações. Essa era a filosofia da época, uma clara ruptura com a filosofia escolástica e uma retomada do pensamento grego, principalmente pautado no empírico Aristóteles.

Uma das afirmações mais conhecidas de Descartes é de que pensava, logo existia. Essa era a única certeza e a primeira premissa que poderia estabelecer em seu pensamento. Segundo seu método científico seria necessário formular uma hipótese baseada na dúvida metódica seguida da eleição de uma evidência, análise, ordenação dos conhecimentos em grau de complexidade, enumeração de dados e revisões gerais, respectivamente, a fim de obter alguma certeza que posteriormente constituiria uma lei. Tal mecanismo científico, ao longo dos séculos, possivelmente foi o responsável pela estratificação das ciências naturais.

Antes naturalistas como Lamarck tinham conhecimentos abrangentes sobre as ciências naturais como percebe-se através de seus escritos sobre meteorologia : Anuários meteorológicos(1800 em diante); geologia : Hidrogéologie (1802), e química. Mas, no último século, nota-se uma segmentação das ciências naturais, as quais têm seus especialistas e é bom que existam. Porém, é muito mais proveitoso que os pesquisadores de hoje consigam, como Lamarck, utilizar-se da interdisciplinaridade não somente para criar teorias mais sólidas, bem como para ter como provar de forma mais abrangente seus estudos, fato que é notável em Darwin e sua experiência com evidências botânicas, fósseis, geológicas.

Esse método mantém-se até o presente século, todavia é importante que haja o questionamento do mesmo, uma vez que o modo positivista de pesquisa mostra-se atualmente superficial quando sozinho. Para sua época ele foi revolucionário, mas já no início do século XX, teorias complexas como a da Relatividade tiveram que ficar a mercê do avanço da tecnologia e da quebra de paradigma. A grande questão é que essa forma de analisar o mundo refuta as teorias que não seguiram rigorosamente esse método, excluindo as possibilidades do conhecimento no mundo contemporâneo, uma vez que a complexidade das teorias tende a aumentar em progressão geométrica, em detrimento da tecnologia que cresce aritmeticamente.

Nesse sentido, é necessária a consolidação de pesquisas qualitativas ante o predomínio atual das quantitativas, pois somente com a integração delas a investigação científica abordará corretamente seu objeto de estudo, sem esconder suas falhas, ou seja, mostrando em que pontos, mesmo uma teoria aceita, falhou algumas vezes. A evolução da ciência, portanto, só foi obtida através dos erros de seus elaboradores, que investigados, empreenderam descobertas indispensáveis para o homem do século XXI.

Um dos reflexos da letargia a respeito da iniciação a esse tipo de pesquisa e construção científica mais completa é que mesmo com ações, tais como PNLEM (Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio), no Brasil, a partir de 2004, os livros didáticos, especialmente os das ciências naturais, continuam trazendo uma abordagem muito sucinta da vida dos cientistas e naturalistas, enfatizando, muitas vezes, apenas os erros de alguns, como ocorre com Lamarck. Isso constrói uma sociedade, em sua maioria, que não é incentivada por agentes externos à escola, alienada e que acredita piamente na ciência, pois a construção de mentalidades críticas chegou a ser atenuada até mesmo nas mais altas instâncias, ousa-se dizer, do meio acadêmico. Esse fator é ocasionado também pela excessiva estratificação das ciências naturais e a formação de visões muito específicas que não sabem, em grande parte, relacionar fatores históricos. De fato, Lamarck foi genérico em muitos pontos em sua teoria, mas a abordagem dinâmica e que relacionava química, física, geologia, permitiu-lhe uma compreensão muito mais elevada. Tal modelo de pesquisa foi o responsável pelas constantes “grandes” descobertas da ciência a

partir do século das “Luzes”. Contudo a segmentação dentro da ciência natural fez com que as mesmas ficassem ora escassas, ora abstratas.

Os estudantes sofrem com esse processo, pois sua capacidade crítica, requisito de diferencial para o trabalhador do século XXI, fica limitada, apesar de a tecnologia estar a sua disposição.

O grande conflito da humanidade do presente não é a falta de conhecimento, mas a capacidade de cada indivíduo organizá-lo de forma crítica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de. **A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da biologia evolutiva.** Disponível em:<
http://repositorio.ufpe.br/jspui/bitstream/123456789/8412/1/arquivo8948_1.pdf>
Acesso em: 23 de nov de 2014.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **A teoria da progressão dos animais, de Lamarck.** 1. ed. Rio de Janeiro: Booklink ;São Paulo: FAPESP:GHTC/Unicamp,2007,v. 1.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **Lamarck , evolução orgânica e tempo: algumas considerações.** Disponível em :< http://www.abfhib.org/FHB/FHB-02/FHB-v02-17-Lilian-Martins_Ana-Haddad-Baptista.pdf> Acesso em: 23 de nov de 2014.

ROMERO, Giselle de Faria. **As teorias de Lamarck nos livros didáticos de biologia: uma visão sob a perspectiva da história da ciência.** Disponível em:<
http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/2013/1o_SEM/Biblioteca_TCC_Lic/Giselle_de_Faria_Romero.pdf> Acesso em: 26 de Nov de 2014.

Rudolf Virchow e a Teoria celular

Andreando Rodrigues de Sousa⁵
Anderson Medeiros Lima⁶

A teoria celular fundamenta-se na perspectiva em que a célula é a forma “última e elementar, da vida de qualquer ser vivo”. Para Virchow é o “motor da vida”, mas também o “motor das doenças”. Suas ideias são baseadas em más divisões celulares, resultando em mazelas, transtornos entre outros, e em que, os germes não são seus causadores. A teoria celular foi proposta em meados do século XIX pelos alemães Mathias Jakob Schleiden e Theodor Schwann. Virchow usou a teoria para nortear seus estudos. Conquistando o cargo de Pai da Patologia celular.

Formações patológicas. Célula.

⁵Estudante do ensino médio Escola Dr Elpidio de Almeida (Prata)

⁶Estudante do ensino médio Escola Dr Elpidio de Almeida (Prata)

Começo de Descobertas

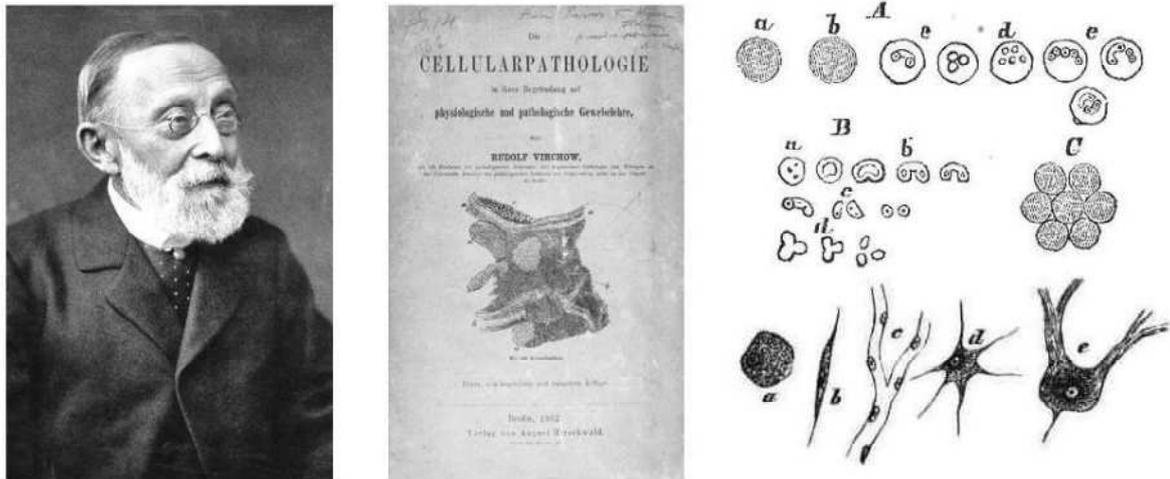


Figura 1 Gallery For > Rudolf Virchow Discovery

Rudolf Ludwig Karl Virchow, esse personagem revolucionário apesar de não ser muito conhecido dentre os grandes cientistas, teóricos, entre outros. Representou historicamente, socialmente e culturalmente o ápice da teoria celular nos séculos XIX e XX. Alemão, nascido em Schivelbein (atualmente pertencente à Polônia, desde 1945), mudou-se para Berlim em 1839, onde se formou em medicina no ano de 1843. Dois anos depois demonstrou que a teoria celular aplicava-se em ambas as células, saudáveis e doentes. A partir dessa dedução, passou a defender a ideia de que formações patológicas eram desinentes de gerações inadequadas desses tecidos, ou seja, as células doentes derivam de células saudáveis.

Sociedade Cultural

Virchow viveu entre 1821 a 1902, pleno século XIX. Época em que o desenvolvimento das ciências foi acentuado; devido as grandes descobertas; que variam de ramos; da física ate a medicina; esse século ficou conhecido como século das ciências. Todas as descobertas foram movidas pelas curiosidades de visionários que dedicaram sua vida para entender mecanismos desconhecidos. Um desses

visionários é sem dúvida Rudolf Virchow; filho de açougueiro, desde muito cedo expressou interesse nas ciências naturais.

Retomada das Perspectivas

A partir de 1846 atuava como assistente no hospital Charite de Berlim. Após três anos já era professor de patologia na universidade de Würzburg, onde pode se aprofundar em suas pesquisas. Criador do conceito de epidemiologia social pode observar em seu trabalho de sanitarista, que as condições de saneamento influenciam na saúde das pessoas. Ficou famoso pelo seu livro: Patologia celular segundo as bases da histologia em 1850.

“A teoria celular fundamenta-se na perspectiva em que a célula é a forma “ultima e elementar, da vida de qualquer ser vivo”. Para Virchow é o “motor da vida” e também o “motor da doença”, contrariando a teoria de Louis Pasteur, em que os germes são os causadores das doenças. O ramo da patologia estuda os transtornos das moléculas, células, tecidos e funções que ocorre nos organismos vivos. Virchow além de ser patologista foi também antropologista, arqueologista e dedicou-se em uma carreira política, etc. com todas essas facetas é considerado o pai da patologia celular.

Importância na Medicina

Virchow contribuiu muito para a medicina atual, como dito anteriormente foi o primeiro pesquisador a utilizar o termo epidemiologia social em seus artigos. A observação da sociedade o levou a ver caminhos em que a medicina tinha retrocedido; se ainda existia doenças, como elas são causadas? Hoje a sua descoberta também serviu de base para determinar possíveis causas de variáveis enfermidades que atingem a sociedade.



Figura 2 rudolf-virchow-assiste-ad-un-interven

Sabendo que células doentes derivam de células saudáveis, é possível elaborar planos para atender os grandes males sociais hoje. Como pleno avanço científica estamos tentando elaborar maneiras de driblar o câncer e muitos outros problemas causados pela má divisão celular nos tecidos dos organismos vivos. Resultando que, para termos sucesso, teremos que voltarmos nossos olhos para os grandes cientistas pioneiros nos estudos feitos por Virchow, à Patologia Celular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERKNECHT, Erwin. Rudolf Virchow: doctor, statesman, anthropologist. Madison: University of Wisconsin Press, 1953.

<http://www.brasilecola.com/biografia/rudolf-carl-virchow.htm>

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/>

<http://www.galenusrevista.com/Rudolf-Virchow-1821-1902-Medico.html>

VASOLD, Manfred. Rudolf Virchow: der grosse Arzt und Politiker. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt. 1988.

<http://www.whonamedit.com/doctor.cfm/912.html>

E.E.E.M e PROFISSIONALIZANTE DR. ELPÍDIO DE ALMEIDA

3º ANO A ENSINO MÉDIO

José Igor de Lima Pinto

Wesley Rodrigues de Farias

ROSALIND FRANKLIN:

E sua importância na descoberta do DNA

Campina Grande/ PB

Novembro 2014

INTRODUÇÃO

Biofísica britânica que nasceu em 25 de julho de 1920, Rosalind Franklin foi a pioneira da biologia molecular. A vida de Rosalind foi repleta de controvérsias que merecem ser analisadas com determinada cautela, pois ao longo de sua vida profissional Rosalind teve que competir com James Watson, Maurice Wilkins e Francis Crick que juntamente com ela participavam dessa corrida em busca da compreensão e definição do ácido desoxirribonucleico (DNA). Rosalind, foi uma bióloga de caráter muito competente e ao longo de sua vida se determinou a ajudar na ciência, sem promover trapaças e falsidade, o que a rodearam por todo o seu desempenho profissional.

ROSALIND FRANKLIN

Nascida em uma família judia de classe média alta, Rosalind Franklin era filha caçula de um pai extremamente protetor que a imaginava apenas casada e criando seus futuros filhos, (o que nem chegou a acontecer, já que a mesma não possuiu filhos durante toda a sua vida), não tendo portanto, nenhuma aspiração profissional, pois ele se posicionava contra o ensino superior para mulheres, e queria que Rosalind prestasse serviço social.

Porém, desde criança Franklin mostrou que tinha grande aptidão para a Ciência, e aos 15 anos, decidiu que queria ser cientista seu pai no entanto, cedeu, e em 1938 a jovem se matriculou no Newnham College, uma faculdade só para mulheres da Universidade de Cambridge, onde se formou em 1941. No ano seguinte, ela passou a trabalhar com pesquisa no Reino Unido, e promoveu estudos importantes sobre o carbono e microestrutura do grafite, através deste, ela descobriu as relações entre as constrições finas nos poros do carvão e a permeabilidade do espaço poroso. Ao concluir que as substâncias foram expulsas por ordem de tamanho molecular e como a temperatura aumentou, Franklin ajudou a classificar carvões e prever com precisão o seu desempenho para fins de combustível e para a

produção de dispositivos em tempo de guerra (ou seja, máscaras de gás) tornando-se assim a base do seu doutorado obtido em 1945.

Após sair de Cambridge, Rosalind passou três anos na França, mais precisamente em Paris, onde iniciou sua pesquisa sobre as técnicas de difração de Raios-X, e em 1951, retornou a Inglaterra com o título de pesquisadora no laboratório do físico, John Radall no King's College de Londres. Foi no King's College, que Franklin conheceu Maurice Wilkins, um físico e biólogo molecular que se interessou rapidamente pela moça, por ter uma certa especialização no assunto de Raios-X. Rosalind entrou no grupo de pesquisa para cobrir as férias de Wilkins assumindo assim a sua pesquisa sobre o DNA.

Wilkins retorna para o King's e encontra Rosalind liderando seu projeto, o que o deixou muito conturbado, pois se tratava de uma pesquisa muito séria para ser liderada por uma mulher, pois naquele tempo as mulheres não eram bem aceitas na profissão. Nessa época somente os homens poderiam se alimentar nos restaurantes da universidade e existiam restaurantes apenas pra um determinado sexo, que faz-se perceber o comportamento de Wilkins em relação a Franklin.

Havia, na época, uma corrida desenfreada para mostrar como era o DNA. Competiam dois grupos, de um lado, o de Wilkins no King's college onde Rosalind se encontrava, de outro, Crick e James Watson, na universidade de Cambridge.

A jovem Franklin avançava rápido. Em 1952, Obteve com raio-x, ótimas imagens de DNA, em especial uma delas, conhecida simplesmente como "a fotografia 51".

Rosalind ficou com essas imagens por meses, mas não teve o discernimento de perceber que a figura na foto se tratava de uma dupla hélice, como uma escada em caracol.

Rosalind estava em grande conflito ao pensar em divulgar suas imagens, ela queria entender com mais profundidade o que tinha descoberto. E por ter passado muito tempo com esse caso em aberto, um estudante seu, intrigado com essa questão, mostrou a foto 51 a Wilkins querendo saber se ele tinha alguma proposta de estrutura, sem nenhum consentimento seu. Wilkins muito esperto, compartilhou a foto com seus amigos de Cambridge.

Lá, Crick e Watson tiveram o lampejo que Franklin não teve. Em 1953, publicaram um artigo na revista “nature” com a proposta da estrutura hoje consagrada. Wilkins escreveu um comentário, porém a peça fundamental dessa descoberta não foi mencionada em momento algum.

A grande fraude em que Rosalind foi injustiçada, especialmente por ser mulher, recebeu nada mais que o prêmio Nobel de medicina, embora utilizando dados e fotografias de raios-X obtidos por ela, Crick e Watson, não só não a incluíram no artigo original publicado na revista Nature, como omitiram sua decisiva contribuição na elucidação do problema.

O mesmo fizeram com outro membro da equipe inglesa, Maurice Wilkins, que também havia participado das pesquisas. Apesar das inúmeras dificuldades provocadas pelo preconceito, ela provou então ser uma cientista de primeiro nível e mudou-se (1953) para o laboratório de cristalografia J. D. Bernal, do Birkbeck College, Londres, onde prosseguiu com seus trabalhos sobre a estrutura mosaical do vírus do tabaco. Nos seus últimos anos de vida, realizou pesquisas sobre a estrutura do RNA viral, as quais trouxeram novos e importantes conhecimentos no campo da biologia molecular.

A mulher que desvendara o segredo da vida não viveu muito. O mesmo DNA que ela estudou foi o seu algoz, pois nele estava sua sentença de morte. Rosalind Franklin morreu por uma simples codificação de proteína, expressada por gene, que determinou que seu destino era sofrer de câncer no ovário. Os olhos brilhantes da Mãe do DNA fecharam-se para o mundo em 16 de abril de 1958, aos 37 anos de idade. O comitê para o prêmio Nobel deu a ela um prêmio de consolação, mas nada consola quem não está mais aqui para ser consolado.

CONCLUSÃO

Rosalind Franklin, assim como Darwin, Mendel, Lamarck e tantos outros cientistas, foi uma peça fundamental no mundo em que vivemos, pois com sua descoberta através do Raio-X , Rosalind foi capaz de contribuir com o Projeto Genoma Humano (HGP, na sigla em inglês) o qual foi o mais impactante entre

tantas outras pesquisas baseadas na descoberta de Franklin. Fundado em 1990 e concluído em 2003, o Projeto permitiu o primeiro sequenciamento completo do genoma humano, composto por três bilhões de bases nitrogenadas.

Porém, Rosalind morreu sem ter sido reconhecida pelo seu grande feito na Ciência, pois foi vítima de Cientistas egoístas que buscavam o reconhecimento só pra si, e o pior, através das outras pessoas. Rosalind hoje é defendida pelos que buscam compreender a sua história, principalmente pelas mulheres, que se identificam com o preconceito que a mesma sofreu em seu tempo. Um exemplo de dedicação, competência e caráter, Rosalind, sempre estará presente na história.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARTA REVELA DESPREZO POR ROSALIND FRANKLIN. Disponível em:
<<http://www1.folha.uol.com.br>> Acesso em 26/11/2014

DAMA NEGRA DO DNA. Disponível em:
<<http://www.opovo.com.br>> Acesso em 26/11/2014

HÁ 60 ANOS, DESCOBERTA DA ESTRUTURA DO DNA REVOLUCIONAVA A CIÊNCIA. Disponível em:
<<http://noticias.terra.com.br>> Acesso em 28/11/2014

“MÃE DO DNA”, PIONEIRA MOLECULAR NASCEU A 93 ANOS.
Disponível em:
<<http://noticias.terra.com.br>> Acesso em 28/11/2014

ROSALIND FRANKLIN. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org>> Acesso em 26/11/2014

**BIOGRAFIAS DIGITAIS DOS GRANDES PENSADORES DAS CIÊNCIAS
NATURAIS**

ROBERT HOOKE

Fernanda Vieira⁷
Sanduí Diniz⁸
Fabrício Cavalcante⁹

CAMPINA GRANDE

2014

⁷Fernanda Maira Ramos Vieira, estudante do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

⁸Sanduí Diniz de Freitas Neto, estudante do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

⁹Fabrício Cavalcante, professor de biologia na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

INTRODUÇÃO

Robert Hooke (1635-1703) foi um importante filósofo natural que deu contribuições a diversas áreas do conhecimento. Suas contribuições mais conhecidas são no campo da física, mas seus estudos microscópicos sobre seres vivos também foram muito importantes. Embora Hooke não esteja entre os cientistas mais populares, todos os que já estudaram detalhadamente suas contribuições ficaram impressionados.

O livro *Micrographia*, publicado em 1665 por Robert Hooke (1635-1703), foi uma das primeiras obras onde o microscópio foi aplicado ao estudo dos seres vivos. Alguns desenhos minuciosos desse livro se tornaram famosos, como o de uma pulga e o de um piolho. Não há dúvidas de que a microscopia introduziu um novo modo de ver o mundo; mas qual foi, exatamente, a contribuição desses estudos de Hooke? Por um lado, a *Micrographia* apresenta descrições detalhadas de seres vivos, acompanhadas de desenhos, permitindo conhecer melhor alguns aspectos microscópicos dos animais e das plantas. Porém, há muito mais do que isso, nessa obra.

O trabalho de Hooke não foi simplesmente um conjunto de observações ao acaso. Ele era um pesquisador experiente, tendo trabalhado com Robert Boyle e outros importantes cientistas durante muitos anos. Sabia fazer perguntas e respondê-las através da experimentação, e foi essa técnica experimental que ele trouxe para o estudo microscópico dos seres vivos. Em 1665, o cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), observando uma secção de cortiça ao microscópio, notara pequeníssimas cavidades semelhantes às de uma colmeia, a que chamou células. Seguiram-se muitas observações e pesquisas, mas só no século XIX se reconheceu a célula como a unidade funcional de todos os organismos vivos.

A teoria celular, formulada, por volta de meados do século XIX, por dois cientistas alemães, Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), defendia que todos os seres vivos são constituídos por células (primeiro postulado), que a célula é uma espécie de "fábrica química" onde se realizam todos os processos necessários à vida do organismo (segundo postulado) e que cada célula deriva de uma outra célula (terceiro postulado).

O grande sucesso da teoria celular verificou-se na patologia e na fisiologia, com o estudioso alemão Rudolf Virchow (1821-1902), de formação médica, a deslocar o centro da doença dos tecidos para as células. A célula doente foi por ele considerada não como uma estrutura qualitativamente diferente, mas apenas como uma modificação da célula sã. Esta afirmação abriu caminho a pesquisas sobre a identificação das condições que alteram o estado normal de uma célula e a resposta da própria célula àquelas condições patológicas.

BIOGRAFIA

Nasce em 18 de julho de 1635, em Fresh Water, na ilha inglesa de Wight, Robert Hooke. Seu pai, um sacristão da paróquia local, exercia uma forte influência religiosa. Iniciou o seu filho como corista da Igreja de Cristo de Oxford, uma igreja protestante.

Desde criança, seu sistema era consideravelmente fraco e doentio. Doenças como sinusite e bronquite o acompanharam até o fim da vida. Às vezes, chegava a anotar em um diário quais comidas não lhe faziam mal. Tinha também insônia, e, quando dormia, pesadelos. Talvez, Robert Hooke tenha encontrado, de certa forma, uma maneira de alcançar sua satisfação intelectual (negada no contato com as pessoas) com seu intenso exercício científico. A urgência de novas descobertas, de alegrias que o ajudassem a suportar seus males, ao mesmo tempo, o levava a novos campos de pesquisa, novos desafios. A debilidade parece ter sido compensada por uma inquietude investigativa, sendo raras suas pesquisas conduzidas até o fim, tirando da experiência todas suas possibilidades teóricas. Por isso, Hooke sobressaiu-se mais como um pesquisador em extensão que em profundidade: satisfazia-se, aparentemente, com o domínio da reprodução mecânica do fenômeno, sem se aprofundar nos fundamentos teóricos.

Quando a Astronomia virou seu foco, estudou os efeitos de refração da luz de outros corpos terrestres na Terra, chegando a elaborar uma teoria sobre a origem das crateras na Lua. 1666, pela ocorrência de um incêndio que atingiu a cidade de Londres, Hooke pode demonstrar suas habilidades como arquiteto. Christopher

Wren, seu amigo, supervisionou a reconstrução da cidade com um novo traçado que, anos depois, inspirou a construção de Washington e Nova York.

A publicação de suas obras se tornaram mais visíveis, e em 1674 e 1676, Robert Hooke publicava obras reconsiderando as teses do astrônomo Hevellius, que observava as paralaxes das estrelas e a construção de um telescópio móvel; Em 1678, “Leituas de Potentia Restitutiva” era publicada, e estabelecia uma lei física onde provou que a força de tensão é proporcional à força de deslocamento. Esta Lei, sim, ficou conhecida como Lei de Hooke. Tornara-se então Secretário da Royal Society, graças ao sucesso de sua carreira acadêmica.

Tendo contato com nomes como Isaac Newton, vários conflitos surgiram entre os dois cientistas. Numa de suas discussões, Robert Hooke questionou Newton sobre seu mais recente estudo: a teoria gravitacional e a atração gravitacional entre os corpos celestes. Newton não lhe deu repostas, Hooke então o indicou caminhos fundamentais para que o mesmo pudesse desenvolver seus estudos sobre a compreensão do sistema solar.

Isaac Newton publicara então “Principia”, mas deixou seu colega de profissão no anonimato, sem citar suas contribuições. Afamado, Newton ignorou Hooke e suas diversas reclamações, silenciosamente. Em 1682, Hooke desligava-se da Royal Society, mas continuava a fornecer material de suas pesquisas. A perda de sua estimada sobrinha, cinco anos mais tarde, o abalou tanto mentalmente quanto fisicamente. Em março de 1703, faleceu, então, cercado pela admiração e o reconhecimento de diversos integrantes do cenário intelectual de sua época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, R., Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-06-1/FHB-6-1-07-Roberto-Martins.pdf>>. Acesso em 27 de novembro de 2014.

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/RoberHoo.html> (Acesso em 27 de novembro de 2014.)

<http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/hooke.html> (Acesso em 22 de novembro de 2014.)

<http://www.mundoeducacao.com/biologia/robert-hooke.htm> (Acesso em 22 de novembro de 2014.)

http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/robert_hooke.php (Acesso em 22 de novembro de 2014.)

http://www.invivo.fiocruz.br/celula/teoria_12.htm (Acesso em 22 de novembro de 2014.)

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/> (Acesso em 22 de novembro de 2014.)

E.E.E.M. P – Dr. Elpídio de Almeida

Campina Grande – PB

Disciplina: Biologia

Professor (a): Fabrício Cavalcante

Estudante (a): Aleff de Melo Nogueira Série: 3º Ano

Turma: A

Turno: Diurno

Matthias Jakob Schleiden: a teoria celular e a teoria da neo-nucleose

Aleff de Melo Nogueira¹⁰

Resumo

O presente artigo tem por objetivo explicar as principais informações a cerca de Matthias Jakob Schleiden. Fundador da teoria celular e da neo-nucleose, em parceria com Theodor Schwann (estendendo-a para a célula animal), Schleiden foi estudante da Universidade de Heidelberg (Alemanha), e exerceu a advocacia em Hamburgo. Posteriormente abandonou esta profissão para dedicar-se à botânica, especialmente nos estudos, em microscópio, das estruturas vegetais. Foi um professor extraordinário, em botânica, pela Universidade de Jena e escreveu *Contributions to Phytogenesis*. Tal bibliografia defendia que as diferentes partes do organismo das plantas eram formadas por micro-unidades (células), abrindo margem para o estudo da embriologia. Também publicou *Principles of Scientific Botany* (1842-1843), abalando a sistematicidade da escola Linnean. Schleiden tornou-se, assim, o primeiro homem a formular o que até então era apenas um mito, fora do comum entre os botânicos, como um princípio científico com importância semelhante a da teoria atômica, entre os químicos.

Citações:

[1] **Matthias Schleiden.** Disponível em:<http://pt.wikipedia.org/wiki/Matthias_Schleiden>. Acesso em: 3 dez. 2014.

[2] **Matthias Jakob Schleiden.** Disponível em:<<http://www.nndb.com/people/751/000278914/>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

[3] **Os Cientistas.** Disponível em:<<http://oscientistas.wordpress.com/kit-os-cientistas/schleiden-e-schwann/>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

[4] **Matthias Jacob Schleiden.** Disponível em:<<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/527571/Matthias-Jacob-Schleiden>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

¹⁰Concluinte do ensino médio pelo colégio Dr. Elpídio de Almeida; E-mail: aleffcs123@hotmail.com

Grandes Pensadores das Ciências Naturais

Louis Pasteur



Louis Pasteur, nasceu em Dôle, Jura, na França, em 27 de dezembro de 1822, e morreu em Villeneuve l'Étang, Seine-et-Oise, França, em 28 de setembro de 1895. Seu pai, um ex-sargento das campanhas napoleônicas, dirigia um curtume modesto em Arbois, na França. Ali, Pasteur iniciou os estudos e pensou em se dedicar à pintura. Porém, em 1840, terminou o bacharelado em letras, em Besançon, e dois anos depois, o de ciências, em Dijon. Em 1843, ingressou na École Normale Supérieure, em Paris. Sua carreira científica a partir desse momento foi incomparável. Louis se tornou um químico de renome e um dos maiores cientistas de todos os tempos, tendo solucionado problemas de saúde pública, tanto no campo da medicina, como na indústria e na agricultura.

Aos 17 anos, Pasteur, foi bacharel em letras pelo College Royal de Besancon, tornando-se orientador de jovens estudantes, e iniciando estudos em química. Tendo obtido licenciatura em ciências em 1845, em 1847 recebeu o grau de doutor

em ciência, sendo indicado para professor de química na Universidade de Strasbourg no ano de 1848, época em que casou com Marie Laurent, filha do reitor da universidade. Ambos tiveram cinco filhos, mas só dois sobreviveram às doenças infecciosas da infância: Jean-Baptiste, o único menino, e Marie-Louise.

Na École Normale Supérieure, Louis Pasteur estudou os problemas relacionados com a estrutura dos cristais. Aos 26 anos, realizou o primeiro trabalho sobre assimetria molecular, abrindo caminho para uma nova ciência - a Estereoquímica - ao associar em sua pesquisa a cristalografia, a óptica e a química. Descobriu que os cristais do ácido tartárico são enantimorfos, ou seja, têm imagens simétricas, o que lhe confere propriedades ópticas particulares. Em 1853, sintetizou em laboratório o ácido tartárico, e ganhou o prêmio da Sociedade de Farmácia de Paris e a Legião de Honra.

Em 1854, foi nomeado decano e professor de química da Faculdade de Ciências de Lille. Coerente com as ideias socialistas que apoiava, iniciou uma pequena revolução educacional, promovendo cursos noturnos para os jovens trabalhadores, visitas dos estudantes às fábricas das periferias e aulas práticas que demonstravam a estreita relação existente entre universidade e indústria. Desde os idos de 1856, a indústria vinícola francesa sofria uma terrível recessão, chegando até mesmo quase fechar, devido ao fato do vinho tornar-se rapidamente avinagrado. Apuros semelhantes passavam os fabricantes de cerveja, que estava apresentando uma péssima qualidade, sem explicação aos olhos dos fabricantes. Passaram-se alguns anos de recessão até que os vinhateiros de Bordeaux resolveram chamar o expert em fermentação da Universidade de Lille, o Professor Pasteur. Sob a incumbência de dirigir uma destilaria para estudar a produção alcoólica por meio da fermentação do açúcar da beterraba, também teve tempo para descobrir que as moléculas assimétricas distinguem o mundo orgânico do mundo mineral e estão sempre relacionadas aos processos vivos. Após estudar a fermentação alcoólica na elaboração da cerveja e do vinagre, abordou o problema da fermentação láctea.

A Pasteurização (Fermentação)

No final de 1857, Pasteur voltou para a École Normale Supérieure de Paris como diretor de Estudos Científicos, sem deixar de lado suas pesquisas sobre o ácido láctico. Não tardou em anunciar que a fermentação é resultado da atividade de microrganismos que provocavam reações químicas específicas. Em 1861, comprovou que os microrganismos responsáveis pela fermentação butírica viviam e se desenvolviam sem oxigênio.



O descobrimento desses seres anaeróbios facilitou o caminho para o estudo dos germes causadores da septicemia e da gangrena, entre outras doenças infecciosas. Os trabalhos sobre fermentação levaram-no a participar do grande debate da época sobre a geração espontânea de vida (abiogênese).

“A geração espontânea é uma quimera e, cada vez que alguém crê nela, se converte num objeto de zombaria”, afirmou. Sua polêmica com o cientista Félix-Archimède Pouchet, defensor da tese segundo a qual os germes podiam aparecer por si mesmos num meio inerte, teve grande repercussão. Pasteur se baseou em suas experiências para confirmar a teoria segundo a qual um germe teria como origem outro germe. Por meio de matrizes (balões de vidro, de fundo chato e gargalo alongado), Pasteur demonstrou que, após a ebulição, as substâncias

fermentáveis permaneciam estéreis porque a abertura tubular do gargalo retinha os germes. Assim, evidenciou-se o papel decisivo do ar na aparição dos germes: ao se quebrar o longo gargalo do matraz, a contaminação era imediata. Pasteur derrubou as ideias de Pouchet de modo singular: subiu os Alpes com vasilhas de vidro e deixou claro que até em ares puros e sem contaminação apareciam germes.

Em 1864, Pasteur descobre então, que a desastrosa acidificação do vinho se dava pela presença de micro-organismos vivos, que não eram gerados pela bebida, e sim que se encontravam no ar. Descobriu também que os micro-organismos não resistiam a um aquecimento de 60°C, o que levava a morte dos mesmos. Estava criada a pasteurização, e estava lançada uma nova safra de vinhos pasteurizados, que dariam um lucro sem precedentes a indústria vinícola francesa naquele ano. Com a cerveja não foi diferente, o professor Pasteur observou que os micro-organismos transformavam os fermentos da cerveja de esféricos para elípticos, tornando a mesma azeda, o que foi resolvido como no caso do vinho com a pasteurização, mesma técnica utilizada depois no século XX para o leite.

No ano seguinte à pasteurização, Pasteur foi a Alais, no sul da França, tentar resolver uma estranha doença que estava exterminando com a criação do bicho da seda e conseqüentemente com a indústria da seda. Descobriu que a doença da "pimenta-preta" (pébrine) que acometia o bicho da seda, era causada por um protozoário.

Descobriu ainda que existia outra doença, a "diarréia do bicho-da-seda" (flâcherie) - uma por infecção das ovas e a outra, intestinal - e que ambas as doenças eram contraídas através de folhas contaminadas de amoreiras, alimento do bicho-da-seda, e depois transmitida através dos ovos para a próxima geração de larvas. Usando os princípios básicos da esterilização e da assepsia, Pasteur também ensinou os sericultores a identificar os ovos saudáveis ao microscópio, a destruir ovos e larvas doentes, e como prevenir a presença dos micro-organismos nas folhas das amoreiras. Mais um segmento da economia francesa a salvo pela inteligência, esforço e senso de observação do professor Pasteur.

Em 1868, Pasteur sofreu uma hemorragia vascular cerebral que resultou em uma paralisia permanente do braço e da perna do lado esquerdo, de recuperação incerta, permaneceu no leito por vários meses. Com a seqüela motora que lhe foi

adquirida, ele teve grande dificuldade, porém nada tão grande que impedisse de continuar suas pesquisas.

Seus métodos revolucionaram a cirurgia e a obstetrícia. Pasteur, que em 1873 foi eleito membro da Academia de Medicina Francesa, estabeleceu a analogia existente entre fermentação, putrefação e doença. Sua teoria microbiana da doença, que já expunha em 1857, transformou-se no centro de seus trabalhos. De 1881 a 1885, o conceito de “imunidade” adquiriu caráter biológico graças a Pasteur, que a definiu como “estado de um organismo que lhe permite não contrair a doença quando se encontra exposto à ação do agente causador”. Três êxitos - a imunização passiva de galinhas contra a cólera, a vacinação de ovelhas contra o Antraz e a vacina antirrábica no campo da patologia humana - fizeram de Pasteur o grande precursor da imunoterapia preventiva mediante vacinas.

Pasteur havia aperfeiçoado uma técnica para reduzir a virulência de vários micro-organismos causadores de doenças mediante seu cultivo sob temperaturas elevadas. No ano de 1877, foi a vez dos rebanhos ovinos e bovinos franceses serem dizimados pelo Antraz. Novamente recorreram ao herói da economia francesa o paraplégico Dr. Louis Pasteur - que utilizando os princípios de Jenner (Edward Jenner - 1749/1823 - inventor da vacinação no ano de 1796), criou uma vacina contra o Antraz, que em 1881 reduziu a mortalidade ovina a 0,34% e bovina 1% por esta doença.

Como nem só de esforço e estudo se fazem as grandes descobertas, Pasteur por acaso descobriu também a cura para a cólera das aves. Nessa mesma época a cólera acometia todos aviários franceses, até que Pasteur viajou durante um feriado, e ao retornar descobriu que uma cultura de bactérias que infectavam as galinhas em crescimento, havia enfraquecido e era o inoculo ideal para combater a epidemia. Assim como neste caso, outra descoberta maravilhosa da medicina se deve a um feriado, a descoberta do bolor da penicilina por Fleming.

Em 1884, Louis Pasteur extraiu o tecido cerebral de um cachorro raivoso e o injetou no cérebro de um cão saudável, que contraiu a doença e morreu. Assim, demonstrou a transmissão da raiva (hidrofobia), onde condenavam os doentes a morte por causa da destruição lenta do Sistema Nervoso Central. Em 1885, descobriram que se extraísse a medula espinhal de um coelho com raiva e a

submetesse à dissecação durante duas semanas, os agentes infecciosos que ela continha perdiam a virulência.

Ao injetá-los em cães saudáveis, estes não desenvolviam a doença. Nesse mesmo ano, aplicou seu método de vacinação contra a raiva em seres humanos. Seu sucesso lhe proporcionou fama universal. Pasteur, que já havia conseguido algum sucesso em animais, em Junho de 1885 foi forçado pelo apelo de uma mãe para salvar seu filho de nove anos de idade - Joseph Meister - que havia sido mordido várias vezes por um cão raivoso.

O garoto foi tratado com a vacina de Pasteur, tornando-se o primeiro paciente salvo pelo tratamento do professor. Este fato é ilustrado pela estátua que mostra um menino lutando contra um cão raivoso, que enfeita os jardins do Instituto Pasteur, onde está enterrado o pesquisador, falecido em 28 de setembro de 1895.

No mesmo ano, salvou a vida de Jean-Baptiste Jupille. Em 26 de outubro, Pasteur anunciou na Academia de Ciências de Paris o sucesso dos dois tratamentos de vacinação contra a raiva. Anos mais tarde, Meister recordou: *“Pasteur nos recebeu emocionado. Havia experimentado com animais; não com seres humanos. Antes de acabar o tratamento, que durou 21 dias, Pasteur abandonou Paris com a saúde abalada pela emoção que meu caso provocou”*.

Pasteur havia vencido uma doença mortal, contudo empregou muito do seu tempo para provar para os cientistas que os germes não se originavam espontaneamente na matéria, mas entravam nela vindas do mundo exterior. Apesar de todas as suas descobertas, que levaram a grandes lucros às empresas e ao Estado francês, Pasteur levou uma vida simples dedicada ao estudo e à família, que sustentava com o salário de professor e uma modesta pensão do governo. Apesar de tudo, em 1877, ainda conseguiu descobrir três microrganismos que provocavam graves doenças nos seres humanos: estafilococos, estreptococos e pneumococos. Em 1888, criou-se em sua homenagem o instituto que leva seu nome. Reconhecido em todo o mundo, Pasteur morreu em 1895, na localidade francesa de Villeneuve-l'Étang.

Abiogênese versus Biogênese

Até o início do século XIX, existia a “teoria da geração espontânea“, também denominada abiogênese. Nesse conceito, acreditava-se que os micro-organismos poderiam surgir, espontaneamente, a partir de um material inanimado. Essa hipótese surgiu baseada nas observações que a carne mantida a temperatura ambiente entrava em processo de putrefação. A presença de larvas de insetos no lixo em decomposição também reforçava esse conceito da vida, de modo geral, surgindo de “forma espontânea”.

Nesse período, métodos da conservação de alimentos foram desenvolvidos como o de apertização de Nicholas Appert. Nesse método, os alimentos eram colocados em frascos vedados e aquecidos em água fervente. Embora o método tenha sido um sucesso para preservar esses alimentos e interromper a “geração espontânea“, a teoria continuava em vigor. O próprio Nicholas Appert não conseguiu explicar porque os alimentos fervidos não estragavam.

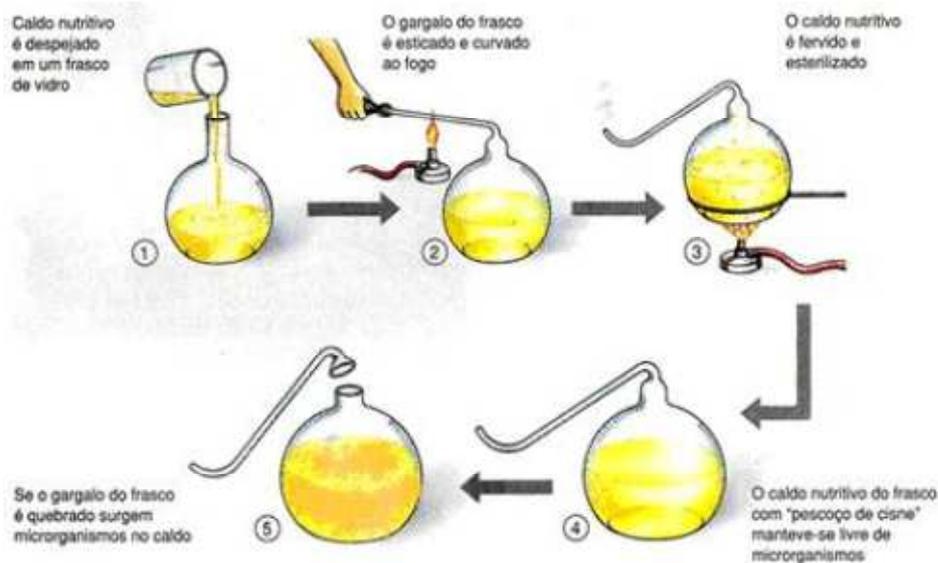
Outro pesquisador chamado Lazzaro Spallanzani realizou experimentos usando tempos de aquecimento diferentes em frascos totalmente selados, sem oxigênio. Seu objetivo era tentar atribuir a presença de micro-organismos com a causa da putrefação e a eliminação dos mesmos pelo calor e pela ausência de oxigênio como motivo da preservação. Foi, entretanto, contestado pelos conservadores que alegavam que o aquecimento e a remoção do oxigênio estariam, na verdade, eliminando a “força vital” que gerava a vida.

Processo da Pasteurização: A chave para o declínio da Abiogênese

As descobertas científicas ocorrem de modo progressivo com os resultados e conclusões sendo realizados por vários cientistas em todo o mundo. Observa-se, entretanto, que os grandes cientistas têm a capacidade de promover grandes saltos, periodicamente, transformando os dados então disponíveis em respostas, soluções e novas descobertas. Pasteur, sem dúvida, se baseou nos experimentos de Nicholas Appert e Lazzaro Spallanzani para chegar às suas brilhantes descobertas, assim

como usou o microscópio descoberto por Hans e Zacharias Janssen como ferramenta. Mas, sua curiosidade natural, criatividade na elaboração dos experimentos, forte conexão das ideias, método científico e motivação em auxiliar a sociedade, promovendo o desenvolvimento, certamente o levaram ao completo êxito em sua carreira.

Esquematização dos processos de Pasteurização estabelecidos por Pasteur



A ausência de microorganismos nos frascos do tipo "pescoço de cisne" mantidos intactos e a presença deles nos frascos cujo "pescoço" havia sido quebrado mostram que o ar contém micro-organismos e que estes, ao entrarem em contato com o líquido nutritivo e estéril do balão, desenvolvem-se. No balão intacto, esses micro-organismos não conseguem chegar até o líquido nutritivo e estéril, pois ficam retidos no "filtro" formado pelas gotículas de água surgidas no pescoço do balão durante o resfriamento. Já nos frascos em que o pescoço é quebrado, esse "filtro" deixa de existir, e os micróbios presentes no ar podem entrar em contato com o líquido nutritivo, onde encontram condições adequadas para seu desenvolvimento e proliferam.

Importância de Louis Pasteur nas Ciências Naturais e na atualidade

Sendo um dos maiores cientistas de todos os tempos, como fora ressaltado, os trabalhos e pesquisas de Pasteur possuem grande peso significativo e histórico na Química e Medicina. Ao lado de Ferdinand Cohn e Robert Koch, é considerado o pioneiro e um dos fundadores da Microbiologia. Muito dos princípios estabelecidos por Pasteur, mantem se firmes até os dias atuais. Graças a ele, foi possível a descoberta de doenças causadas por micro-organismos, e em virtude disso, houveram avanços significativos, incluindo a introdução do conceito de vírus, melhoria das práticas hospitalares de modo a minimizar infecções. Estudos imunológicos e microbiológicos foram possíveis, uma vez que, permitiram estabelecer os conceitos da imunidade e das vacinas, como a raiva. Esses estudos contribuíram também para a cura e o controle de doenças de animais, como a cólera de frangos. Métodos de controle de micro-organismos foram criados, ou seja, a pasteurização, e princípios que levariam também ao desenvolvimento dos métodos de esterilização (eliminação total de qualquer forma microbiana) também foram estabelecidos. Além disso, conceitos de fermentação, tal qual, foi possível provar que a levedura era responsável por esse processo, incluindo a comprovação de que não existia a geração espontânea, marcando o declínio da Abiogênese e firmando a Biogênese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROJETO SABER. Louis Pasteur. Disponível em: < <http://www.camarabrasileira.com/Pasteur.htm> >. Acesso em 20 de novembro de 2014.

PLANETA SABER. Pasteur, fundador da microbiologia: o caminho da investigação. Disponível em: < <http://brasil.planetasaber.com/theworld/biographies/seccions/cards2/printable.asp?pk=1430&art=46&calltype=1> >. Acesso em 22 de Novembro de 2014.

VERMELHO, Alane Barros. **Contribuição de Louis Pasteur revolucionou os estudos médicos.** Disponível em: <

<http://www.microbiologia.ufrj.br/informativo/tome-nota/251-contribuicao-de-louis-pasteur-revolucionou-os-estudos-medicos> > .

Acesso em 23 de novembro de 2014.

REVISTA DA VACINA. Louis Pasteur (1822-1895). Disponível em: < <http://www.ccmms.saude.gov.br/revolta/personas/pasteur.html> >. Acesso em 01 de dezembro de 2014

Escola Estadual de Ensino Médio e Profissionalizante Dr. Elpídio de
Almeida

Lucas Geovani Silva Queiroz
Victoria Andrade Collete

Francis Harry Crick

Campina Grande
2014

Francis Harry Crick

Francis Harry Compton Crick, nasceu em Northampton, 8 de Junho de 1916 — San Diego, 28 de Julho de 2004) foi um biólogo molecular, biofísico e neurocientista britânico, mais conhecido por co-descobrir a estrutura da molécula de DNA, em 1953, com James Watson. Ele, Watson e Maurice Wilkins foram outorgados com o prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1962 "por suas descobertas sobre a estrutura molecular dos ácidos nucleicos e seu significado para a transferência de informação em material vivo". No entanto, as imagens de alta qualidade da molécula de DNA que fez essas descobertas só foram possíveis graças a Rosalind Franklin, usadas por Wilkins, sem a sua permissão.

Crick foi um importante biólogo molecular teórico e desempenhou um papel crucial na investigação relacionada com a revelação do código genético. Ele é amplamente conhecido pelo uso do termo "dogma central" para resumir a ideia de que o fluxo de informação genética em células possui essencialmente um sentido único, a partir do DNA para o RNA à proteína.

Durante o restante de sua carreira, ele ocupou o cargo de J.W. Kieckhefer de professor investigador emérito do Instituto Salk para Estudos Biológicos em La Jolla, Califórnia. Sua pesquisa mais tarde centrou-se em neurobiologia teórica e tentou avançar o estudo científico da consciência humana. Ele permaneceu no cargo até sua morte, "ele foi a edição de um manuscrito em seu leito de morte, um cientista até o amargo fim" de acordo com Christof Koch.

Formação Acadêmica e trabalho

Formou-se em física pelo University College, em Londres. Com a deflagração da Segunda Guerra Mundial foi trabalhar na Royal Navy, interrompendo a sua pesquisa de doutorado. À época fazia estudos de campo em minas. Após o término da guerra e refletir sobre aspectos relativos à vida, mudou seu "objeto" de estudo. Quando retornou à pesquisa, optou pela biofísica, investigando dois temas: a natureza da consciência e a diferença entre os vivos e os não-vivos. Mudou-se para

Cambridge, onde, no Laboratório Cavendish da Unidade do Conselho de Pesquisas Médicas de Max Perutz (autoridade no assunto à época) iniciou o estudo da formação das proteínas e o trabalho com cristalografia dos raios X.

Em 1953, em parceria com o biólogo norte-americano James Watson, baseados no trabalho experimental dos britânicos Maurice Wilkins e Rosalind Franklin, propuseram a estrutura da famosa molécula de dupla hélice denominada ácido desoxirribonucleico (ADN), constituinte dos cromossomos e responsável pela transmissão das características hereditárias dos seres vivos.

Esse trabalho foi publicado em 25 de abril de 1953 na revista "Nature"; inicialmente ignorado, foi ganhando aos poucos reconhecimento do mundo científico, tendo Crick conquistado o Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1962, dividido com James Watson e Maurice Wilkins. Rosalind Franklin já havia morrido.

Antes da publicação do artigo sobre (ADN), Watson e Crick não passavam de meros pesquisadores. Tinham de correr contra o tempo, pois sabiam que Pauling, desfrutando de imenso prestígio científico, estava prestes a propor um modelo de cadeia tripla para o (ADN). Como o modelo de cadeia dupla se ajustava adequadamente aos dados cristalográficos de preparações de Rosalind Franklin, Pauling imediatamente desistiu de seu modelo.

Após a publicação, Watson continuou seus estudos nesta área precursora da Biologia Molecular, razão pela qual aparece mais frequentemente associado a esse assunto.

Até que chegaram a esse modelo, Crick e Watson passavam horas analisando, pensando e trocando ideias sobre como os dados poderiam se encaixar num modelo. Dos dois, Crick era, de longe, o mais extrovertido da dupla. Segundo Watson, se sabia se Crick estava ou não no laboratório pelas suas risadas, audíveis do outro lado do corredor. Crick dedicou a maior parte da sua vida à neurociência. Uma de suas linhas de pesquisa mais notáveis (e controversas) no campo foi uma proposta sobre a função biológica do sono REM, a chamada "Hipótese da Aprendizagem-Reversa". O seu último livro publicado foi "The Astonishing Hypothesis".

A descoberta da estrutura do DNA

Há 50 anos, no dia 7 de março de 1953, no laboratório Cavendish, na Inglaterra, Francis Crick e James Watson concluíram que a molécula do DNA tem a estrutura de uma dupla hélice, uma descoberta que daria novos rumos à ciência. A partir de então, a biologia molecular tornou-se, de fato, uma ciência que hoje, com meio século de avanços, traz à cena a transgênese, a genômica e a possibilidade da clonagem reprodutiva.

A representação a que chegaram Crick e Watson é a de uma longa molécula, constituída por duas fitas enroladas em torno de seu próprio eixo, como se fosse uma escada do tipo caracol. A ligação entre elas é feita por pontes de hidrogênio, que são ligações fracas, isto é, que se rompem com facilidade, ficando as bases nitrogenadas com o papel de corrimão de uma escada circular.

Desde o final da década de 30, pesquisadores tentavam obter um padrão de difração de Raios-X para tentar visualizar a molécula de DNA. Porém, somente na década de 50, com o aumento do interesse pelo DNA, os estudos estruturais da molécula se intensificaram. A estrutura tridimensional da molécula de DNA descrita por Watson e Crick, deu nova motivação à comunidade científica mas a dimensão e a importância do feito não foram reconhecidos de imediato pelos pesquisadores da época. Muitos apostavam mais nas proteínas como portadoras dos fatores genéticos, dada a sua maior complexidade. Foram os bioquímicos que perceberam o envolvimento do DNA na síntese das proteínas, que constituem o meio pelo qual os genes transferem às células a informação acerca do que elas devem ser e fazer.

A história da dupla-hélice

Até 1950, quando Crick e Watson iniciaram suas pesquisas sobre o DNA, a mágica da transmissão da informação genética ainda era um mistério. O físico inglês Francis Crick, aos 33 anos de idade, após assistir a uma palestra de Linus Pauling e ler o livro *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell* (O que é a vida? O Aspecto físico das Células Vivas), escrito por um dos pais da mecânica quântica,

Erwin Schrödinger, decidiu ir para Cambridge trabalhar no mais famoso laboratório de física da época, o Cavendish.

Já o zoólogo James Dewey Watson, viveu dois acontecimentos que marcaram definitivamente a sua trajetória no caminho científico: um deles foi a leitura do livro de Schrödinger, no qual descobriu o gene; o segundo foi a decisão de trabalhar com o microbiologista italiano Saldor Luria, nos Estados Unidos, com quem iria estudar os fagos (ou bacteriófagos, vírus que infectam bactérias). O termo bacteriófago significa, literalmente, "comedor de bactéria", uma vez que os fagos se reproduzem às expensas da bactéria hospedeira a qual, normalmente, não sobrevive ao processo.

Foi num congresso em Nápoles, na Itália, que Watson conheceu Maurice Wilkins, que lhe mostrou uma imagem de difração de Raios-X em que vinha trabalhando no Medical Research Council do King's College de Londres. A visão dessa imagem levou Watson a perceber que era aquele o caminho para descobrir a estrutura química do DNA.

Disposto a estudar a difração de Raios-X, Watson conseguiu transferir-se para o laboratório Cavendish em Cambridge, onde conheceu Crick. A empatia entre os dois foi imediata. Resolveram então que o ponto central de suas pesquisas seria a descoberta da estrutura do DNA.

Enquanto Watson e Crick estudavam os resultados de Linus Pauling, em Cavendish, no King's College, Wilkins e sua colaboradora Rosalind Franklin trabalhavam no aperfeiçoamento das imagens de difração de Raios-X.

Ao ler um novo artigo de Pauling sobre o tema, Watson descobriu um erro e tentou convencer Wilkins e Franklin de que tinha a interpretação correta, diferente da de Pauling, o que levou Wilkins a mostrar a Watson suas imagens mais recentes de difração de Raios-X do DNA. Tais imagens revelaram a Watson que sua idéia estava correta. De volta para Cavendish, iniciou, juntamente com Crick, a construção do novo modelo da estrutura do DNA.

Uma estrutura de ferro e madeira, imitando uma hélice dupla, foi a forma que os biólogos encontraram para demonstrar como é a forma da molécula de DNA.

No dia 25 de abril de 1953, eles publicaram na revista científica Nature o artigo histórico em que descreviam a estrutura. A descrição é considerada um dos

grandes marcos da biologia no século 20 e certamente contribuiu para o desenvolvimento de uma nova área de pesquisa que então nascia, a biologia molecular.

O feito rendeu a Watson, Crick e a outro inglês, o físico Maurice Wilkins, o Prêmio Nobel de Medicina 10 anos mais tarde e permitiu à ciência o conhecimento de como as formas de vida se organizam de geração em geração.

Antes, com Mendel, já se sabia que a hereditariedade das características humanas se deviam aos genes, tanto que ele é considerado o pai da genética. Mas foi a descoberta da estrutura em dupla hélice que permitiu, segundo afirmou o geneticista Andrew Simpson, pesquisador do Instituto Ludwig de Pesquisas sobre o Câncer, o esclarecimento de como se dão as transmissões genéticas.

"Antes de Watson e Crick, Linus Pauling havia descrito a estrutura do DNA numa forma de hélice simples. Se usássemos essa teoria, certamente não teríamos os estudos que temos hoje, que envolvem o conhecimento da genética", avaliou Simpson.

Segundo o geneticista, coordenador da rede brasileira do Projeto Genoma do Câncer, a descoberta da estrutura da dupla hélice foi fundamental para a identificação dos 30 mil genes que compõem o código genético humano, o chamado projeto Genoma Humano, ou Código da Vida.

O genoma, exemplificou Simpson, colaborou para identificar as origens do homem na África e sua expansão pelo mundo. A molécula de DNA, que em português tem o nome de ácido desoxirribonucléico, contém o código da hereditariedade de cada ser.

Pelo modelo proposto por Watson e Crick, ela é constituída por duas cadeias paralelas de nucleotídeos unidos em sequência, dispostas no espaço helicoidalmente, ou seja, giram sobre seu próprio eixo.

O modelo passou a permitir também entender como ocorrem as mutações celulares, como a molécula se replica e a própria linearidade da codificação da mensagem genética.

As comemorações dos 50 anos da descoberta da dupla hélice do DNA tem recebido muitas citações em toda a mídia, mas à maioria escapam os antecedentes históricos do estudo.

Pesquisadores do Laboratório Cavendish, na Inglaterra, Watson tinha por missão estudar vírus que acometiam bactérias, os bacteriófagos e Crick deveria decifrar a estrutura das proteínas por difração de raios-X. Os dois tinham afinidades no campo científico e isso colaborou para que insistissem em responder à pergunta considerada então fundamental para a biologia.

Por isso, em 1951, propuseram um modelo com três cadeias, que se mostrou fracassado. A partir daí, os pesquisadores receberam a orientação de se dedicar apenas a seus projetos originais. Mas o que poderia se chamar de "pontada de sorte" ocorreu a Watson, numa visita ao King`s College, em fevereiro de 1953.

Ali, ele viu uma cópia da fotografia feita por difração de raio-X, pela pesquisadora Rosalind Franklin. Ela havia sido contratada pelo diretor do laboratório de biofísica para investigar a estrutura do DNA e descobriu, em 1951, que bastava variar a umidade do meio de conservação da molécula para obter uma figura de difração que indicava a existência de uma estrutura helicoidal alongada. A estrutura desidratada, mais curta e mais compacta, não possibilitava essa visão.

Química por formação, Rosalind chegou à conclusão de que a cadeia de fosfatos desoxirribose se encontrava na parte externa da molécula e as bases no seu interior. Ela descreveu que, possivelmente, haveria entre duas e quatro hélices coaxiais e avaliou a distância correspondente a uma volta completa da hélice.

No entanto, como não tinha conhecimento básico em biologia, a pesquisadora se aprofundou nos estudos da estrutura desidratada, o que a distanciou de decifrar a tão buscada forma do DNA.

Watson teve acesso à cópia da fotografia obtida por Rosalind, por meio do físico britânico Maurice Wilkins, que também se dedicava ao tema na mesma instituição. Rosalind e Wilkins tinham gênios incompatíveis e isso fez com que ela fizesse seus estudos isoladamente. Em menos de um mês, com a fotografia em mãos, Watson e Crick chegaram à estrutura correta. Rosalind morreu de câncer, aos 38 anos, quatro antes do prêmio Nobel ser concedido à Watson, Crick e Wilkins.

Diferenças temperamentais e de comportamento à parte, a descoberta foi comemorada por Watson efusivamente. Na frase do biólogo, o resultado foi classificado como "demasiado belo para não ser verdade".

O Dogma Central da Biologia foi proposto por Crick em 1958 (publicado em

1970 na revista científica Nature), e consiste simplesmente na afirmação que o DNA codifica a produção de RNA por transcrição, o RNA codifica a produção de proteínas por tradução e as proteínas não codificam a produção nem de proteínas nem de RNA nem de DNA. Crick afirmou que uma vez que a informação tenha passado para a proteína já não torna a sair.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://ecoviagem.uol.com.br/noticias/ambiente/james-watson-e-francis-crickconseguiram-demonstrar-como-e-a-forma-da-molecula-dna-2548.asp>

<http://www.comciencia.br/reportagens/genetico/gen09.shtml>

http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Dogma_Central_da_Biologia

<http://qnint.s bq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=33>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Francis_Crick

www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do44.pdf

www.educacional.com.br/especiais/dna/historico

www.brasilecola.com/biografia/francis-henry-compton-crick.htm

Escola Estadual Dr. Elpidio de Almeida

Campina Grande-PB 25/11/2014

Estudantes: Arley Samuel Andrade Martins Da Silva N°05

Sanderrildo Helivelton de Souza Batista N°25

Professor: Fabricio

Matéria: Biologia

Tuma: 3° A

Turno: Diurno

Charles Robert Darwin – Teorias e conhecimentos

Charles Darwin

*Sanderrildo Helivelton de Souza Batista**
*Arley Samuel Andrade Martins da Silva***

Resumo:

Este artigo foi realizado como parte das atividades desenvolvidas na disciplina de biologia e tem como objetivo mostrar os grandes feitos de Charles Robert Darwin. O trabalho tratasse da jornada desse cientista, o pai da biologia, um nome importante para a ciência, uma história traçada desde a sua juventude, suas pesquisas e seus feitos contribuíram para o avanço da biologia.

Palavras Chaves: Biologia; pesquisas; evolução.

Abstract:

This article was conducted as part of the activities developed in biology discipline and aims to show the great achievements of Charles Robert Darwin. Work it were the day this scientist, the father of biology, an important name for science, a story drawn from his youth, his research and his achievements have contributed to the advancement of biology.

Key Words: Biology; research; evolution.

Introdução

Charles Robert Darwin nasceu no dia 12 de fevereiro de 1809, na cidade de Shrewsbury, Inglaterra. Quando criança cultivava o hábito de colecionar besouros e acabou ficando obcecado por isso. Seu pai temia que não seria capaz de fazer nada além de caçar ratos e besouros e que acabasse por desgraçar o nome da família. Por ser um hábil caçador, aprendeu a observar o hábito dos animais. Concluiu que o prazer de observar era maior do que o prazer de caçar.

Ingressou no curso de medicina seguindo os passos do pai e do avô. No entanto, desde que teve de operar um doente sem anestesia, descobriu que não daria para isso e abandonou o curso. Seu pai deixou propriedades a ponto de não precisar trabalhar para seu sustento. Aconselhou-o para que se dedicasse à Igreja Anglicana e ele o fez em 1827. Mas não ficou feliz com o que aprendeu lá. Por exemplo: segundo o que o próprio Darwin contou, ensinavam que a terra foi criada às 9h do dia 23 de outubro de 4004 a.C. e que todas as espécies foram criadas ao longo de 6 dias e que jamais teriam sofrido mudanças desde então.

Darwin foi convidado para realizar o mapeamento dos portos do planeta Abordo Como Naturalista do Navio Beagle em dezembro de 1831 que saiu de Davenport com chegada à América do sul só retornando a Inglaterra em outubro de 1836. Pesquisou durante 5 anos os fósseis, amostras geológicas e observou espécies diversas de animais e vegetais nas ilhas Galápagos, localizada na América do Sul. Percebeu que havia diferenças em um mesmo animal que viviam em diferentes lugares. Isso era evidente também em animais que já estiveram em nosso planeta no passado o que foi notado através dos fósseis.

Ao viajar pelo mundo Darwin observou as espécies adaptadas nos locais que elas viviam e se indagou como é que elas se adaptaram a esses ambientes, leu as ideias de Thomas Malthus e se baseou para publicar as teorias da seleção natural que são utilizadas até os dias atuais, Segundo Darwin um organismo ele já chega pronto no ambiente e se ele tiver características boas para sobreviver no local ele fica se não ele será eliminado e não sobreviverá.

Charles Darwin ao passar pelo Brasil criticou o país por ainda Usar o modelo escravista e ele sendo um abolicionista criticou, Chamou nosso povo de atrasado, Existe a hipótese de ter sido aqui que ele adquiriu a doença de chagas uma das Possíveis causas de sua morte.

Neste artigo, tenho a necessidade de falar sobre um personagem que influenciou muito nas pesquisas de Darwin, as vezes passando por despercebido: Em fevereiro de 1858, durante uma jornada de pesquisa nas ilhas Molucas, Indonésia, Wallace escreveu um ensaio no qual praticamente definia as bases da teoria da evolução e enviou-o a Charles Darwin, com quem mantinha

correspondência, pedindo ao colega uma avaliação do mérito de sua teoria, bem como o encaminhamento do manuscrito ao geólogo Charles Lyell. Darwin, ao se dar conta de que o manuscrito de Wallace apresentava uma teoria praticamente idêntica à sua - aquela em que vinha trabalhando, com grande sigilo, ao longo de vinte anos - escreveu ao amigo Charles Lyell: "Toda a minha originalidade será esmagada". Para evitar que isso acontecesse, Lyell e o botânico Joseph Hooker - também amigo de Darwin e com grande influência no meio científico - propuseram que os trabalhos fossem apresentados simultaneamente à Linnean Society of London, o mais importante centro de estudos de história natural da Grã-Bretanha, o que aconteceu em 1 de julho de 1858. Em seguida, Darwin decidiu terminar e expor rapidamente sua teoria: *A Origem das Espécies*, que foi publicada no ano seguinte.

Wallace foi o primeiro a propor a distribuição geográfica das espécies animais e, como tal, é considerado um dos precursores da ecologia e da biogeografia e, por vezes, chamado de "Pai da Biogeografia".

A Teoria sintética da evolução.

O Neodarwinismo foi revisto e estudado por pesquisadores durante anos, tomando como base as noções de Darwin sobre a seleção natural e incorporando noções atuais de genética. A mais importante contribuição individual da Genética, extraída dos trabalhos de Mendel, retirou o conceito antigo de herança através da mistura de sangue pelo conceito de herança através de partículas: os genes. A teoria sintética considera, conforme Darwin já havia feito, a população como unidade evolutiva. A população pode ser definida como grupamento de indivíduos de uma mesma espécie que ocorrem em uma mesma área geográfica, em um mesmo intervalo de tempo.

“O que se ensina hoje nos cursos de Biologia é baseado remotamente nas ideias de Darwin e mais recentemente no neodarwinismo, o qual, em alguns pontos, distancia-se bastante das ideias do naturalista.” A frase é de Anna Carolina Regner, filósofa e professora aposentada da UFRGS, que defendeu tese de doutorado baseada no pensamento do cientista inglês. Ela comenta que, do ponto de vista

epistemológico, a leitura direta de Charles Darwin é muito mais rica do que suas mediações do século XX.

O geneticista Aldo Araújo diz que o novo darwinismo é uma retomada dos princípios dos naturalistas com uma abordagem genética, área desconhecida quando a teoria da evolução foi lançada: “é a síntese entre o darwinismo clássico e a genética”.

É importante conhecer o conceito biológico das espécies: agrupamento de populações naturais, real ou potencialmente inter cruzantes e reprodutivamente isolados de outros grupos de organismos. Quando, nesta definição, se diz potencialmente inter cruzante, significa que uma espécie pode ter populações que não cruzem naturalmente por estarem geograficamente separadas. Entretanto, colocadas artificialmente em contato, haverá cruzamento entre os indivíduos, com descendentes férteis. Por isso, são potencialmente inter cruzantes. A definição biológica de espécie só é válida para organismos com reprodução sexuada, já que, já que, no caso dos organismos com reprodução assexuada, as semelhanças entre características morfológicas é que definem os agrupamentos em espécies.

Observando as diferentes populações de indivíduos com reprodução sexuada, pode-se notar que não existe um indivíduo igual ao outro. Exceções a essa regra poderiam ser os gêmeos univitelínicos, mas mesmo eles não são absolutamente idênticos, apesar de o patrimônio genético inicial ser o mesmo. Isso porque podem ocorrer alterações somáticas devidas à ação do meio. A enorme diversidade de fenótipos em uma população é indicadora da variabilidade genética dessa população, podendo-se notar que esta é geralmente muito ampla.

Evolucionismo x criacionismo

O criacionismo prega que Deus criou o homem segundo sua imagem e semelhança e que não houve evolução e todas as espécies se mantiveram inalteradas desde a criação.

Há uma corrente que acredita que Deus criou as leis gerais do universo, dentre elas a da organização da vida e, depois, deixou o barco correr. “Uma visão

um tanto ingênua”, diz o geneticista. Outros creem que a vida surgiu espontaneamente, mas a gênese da espécie humana teria sido responsabilidade divina. “É como se todo o resto da evolução estivesse se preparando para o surgimento dos humanos. Essa é mais uma ideia poética ou mágica, de que houve todo um preparo para o surgimento da melhor espécie, capaz de reconhecer em tudo aquilo a obra de Deus.” O professor lembra ainda a existência de alguns cientistas que afirmam estudar a natureza para a glorificação de Deus.

A compreensão da variabilidade genética e fenotípica dos indivíduos de uma população é fundamental para o estudo dos fenômenos evolutivos, uma vez que a evolução é, na realidade, a transformação estatística de populações ao longo do tempo, ou ainda, alterações na frequência dos genes dessa população. Os fatores que determinam alterações na frequência dos genes são denominados fatores evolutivos. Cada população apresenta um conjunto gênico, que sujeito a fatores evolutivos, pode ser alterado. O conjunto gênico de uma população é o conjunto de todos os genes presentes nessa população. Assim, quanto maior é a variabilidade genética.

Os fatores evolutivos que atuam sobre o conjunto gênico da população podem ser reunidos duas categorias:

⇒ Fatores que tendem a aumentar a variabilidade genética da população: mutação gênica, mutação cromossômica, recombinação;

⇒ Fatores que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida: seleção natural, migração e oscilação genética.

A integração desses fatores associada ao isolamento geográfico pode levar, ao longo do tempo, ao desenvolvimento de mecanismos de isolamento reprodutivo, quando, então, surgem novas espécies. Nos capítulos seguintes, esses tópicos serão abordados com maiores detalhes.

O grande mito sobre Darwin

A teoria de Darwin mostrava que tantos os homens atuais, quanto os primatas (macacos) tiveram antepassados primitivos. E por isso lhes foi atribuído o mito que o homem descende do macaco.

O ANCESTRAL COMUM – Todo grupo de organismos descende de um ancestral comum. Os homens e os macacos atuais, por exemplo, divergiram de um mesmo ancestral, há cerca de quatro milhões de anos. Todos os seres vivos, em última instância, descendem de uma simples e primitiva forma de vida – a chamada "ameba original". .

MULTIPLICAÇÃO DAS ESPÉCIES – As espécies vivas tendem a se diferenciar com a passagem das eras. Darwin desenhou a primeira "árvore da vida" em que espécies "tronco" vão dando origem a outras que saem do veio principal como "galhos".

GRADUALISMO – As populações se diferenciam gradualmente, de geração em geração, até que as espécies que seguiram por um "galho" da árvore da vida não mais pertençam à mesma espécie do "tronco" e de outros "galhos".

SELEÇÃO NATURAL – É a teoria essencial do darwinismo. Ela se baseia no fato de que os seres vivos sofrem mutações genéticas e podem passá-las a seus descendentes. Cada nova geração tem sua herança genética colocada à prova pelas condições ambientais em que vive. A evolução é oportunista e randômica.

O mecanismo da evolução por seleção natural proposto por Darwin apresenta seis etapas:

- ⇒ Os indivíduos de uma mesma espécie mostram muitas variações na forma e na fisiologia.
- ⇒ Boa parte dessas variações é transmitida aos descendentes
- ⇒ Se todos os indivíduos de uma espécie se reproduzissem, as populações cresceriam aceleradamente, em progressão geométrica.
- ⇒ Como os recursos naturais são limitados, os indivíduos de uma população lutam por sua sobrevivência e pela sobrevivência de sua prole.
- ⇒ Portanto apenas alguns, chamados por Darwin de mais aptos , sobrevivem e deixam filhos .
- ⇒ Pela seleção natural as espécies serão representadas por indivíduos adaptados ao ambiente em que vivem.

A explicação da teoria de Darwin para o aumento do pescoço da girafa é diferente da de Lamarck. Para Darwin, em uma população inicial de girafas, alguns indivíduos possuíam pescoço mais alto que os outros. Essa característica seria hereditária e os indivíduos com pescoço maior passaram a ter maiores chances de

alimentação a partir do instante em que ocorreu escassez de alimento próximo ao solo. O processo se repetiu ao longo das gerações e a frequência de animais de pescoço comprido aumentou de maneira gradativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUICAN, D. **Darwin e o Darwinismo**. Tradução: Lucy Magalhães. Jorge Zahar Editor. Coleção Cultura Contemporânea. Rio de Janeiro.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Tradução: Eduardo Fonseca. HEMUS - Livraria Editora Ltda. São Paulo.

Biologia das populações 3º edição José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho
Biologia Serie Brasil Sergio Linhares e Fernando Gewandsznajder,. Paginas 439, 440,441

Modulo integrado 2º ano Colégio Alice Coutinho Autores: Rafael carneiro e Luiz Ivan Gomes

Wollaston A.F.R. **Life of Alfred Newton**. Dutton, N.Y. 1921

Browne, E. Janet (1995), Charles Darwin: vol. 1 Voyaging, London: Jonathan Cape, ABNT 1-84413-314-1

Sites:

http://www.todabiologia.com/pesquisadores/charles_darwin.htm

<http://www.brasilecola.com/biologia/charles-darwin.htm>

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/CharlesDarwin.php>

<http://www.zemoleza.com.br/trabalho-academico/biologicas/biologia/teoria-evolucionista-de-charles-darwin/>

<https://www.algosobre.com.br/biografias/charles-darwin.html>

<http://www.infoescola.com/evolucao/selecao-natural/>

Professor: Paulo Jubilut - Seleção Natural – Darwinismo

<https://www.youtube.com/watch?v=4iP6cazPLII>

<http://www.sohistoria.com.br/biografias/darwin/>

Nathália Guedes¹¹
Tatyane Sampaio¹²
Fabrício Cavalcante¹³

Biografia

Antonie Van Leeuwenhoek: um cientista de prodígio

¹¹Nathália Guedes Dantas, aluna do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino EEEMP Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

¹²Tatyane Pereira Sampaio, aluna do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino EEEMP Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

¹³Fabrício André Lima Cavalcante, professor de biologia na instituição de ensino EEEMP Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

Antonie Van Leeuwenhoek

Naturalista, comerciante e microbiologista holandês nascido em Delft (1632-1723), inventor do microscópio para alguns, para outros aperfeiçoador da ferramenta. Antonie constatou a existência dos microrganismos descrevendo os procariontes; o espermatozoide de insetos, cães e humanos; as fibras musculares; os glóbulos vermelhos; os capilares sanguíneos; os protozoários; os rotíferos e um parasita intestinal.

Embora desprestigiado pela Ciência naquela época, o aparato de Antonie Van Leeuwenhoek era capaz de revelar o mundo até então desconhecido que manteve em segredo durante toda a vida. Portanto, a microbiologia só fora de fato iniciada após 200 anos de seus estudos, os quais foram aperfeiçoados por Robert Hooke e Nehemiah Grew (importantes personalidades do meio científico no século XVII).



Identificou, pela primeira vez, a levedura como um ser vivo -parte integrante da produção de bebidas fermentadas. Ao desenhar e reconstruir o deslocamento dos procariontes que viviam nas suas próprias lentes, as quais totalizavam mais de 400, não abriu mão do detalhamento e da observação.

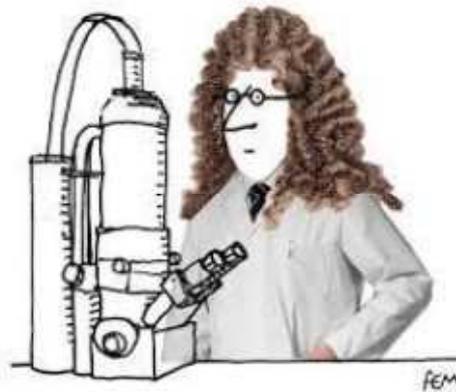


Através das observações em seus microscópios, ele contrapôs, com suas pesquisas, a tese da Geração Espontânea para o surgimento dos seres inferiores.

Aos quarenta anos, quando resolveu dedicar-se a fabricação de lentes e desenvolver equipamentos e métodos próprios, realizou experiências para o estudo dos microrganismos secretamente. Desenvolveu lentes de aumento e aperfeiçoou o microscópio e, com a descoberta dos infusórios, desenvolveu os primeiros elementos da microbiologia. Leuwenhoek contrariou o “plano científico” e concedeu profundos conhecimentos a respeito da microbiologia na reprodução sexual.

Dessa forma, concluiu que os microrganismos presentes em qualquer recipiente exposto ao ar não nasciam espontaneamente da putrefação, mas viajavam na água da chuva e no vento – ideia que na época foi revolucionária de tal forma que lhe rendeu prestígio no meio científico.

Descobriu a circulação capilar Malpighi e foi pioneiro na identificação e descrição dos glóbulos vermelhos e dos espermatozoides (1667). Também se aprofundou no estudo de alguns insetos, como comprova a sua cuidadosa descrição da vida das formigas e de seus hábitos de reprodução. Publicou suas descobertas na *Philosophical Transactions* (1722), uma coletânea de artigos publicados pela Royal Society de Londres, onde era membro eleito (1680), e pela academia de Ciências de Paris.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGUAIA, Mariana

<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/leeuwenhoek.html>

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias>

<http://quimicatecnica.blogspot.com.br/2012/05/microscopio.html>

Alfred Russel Wallace, um nome esquecido no passado.

Mylena Magalhães¹⁴
Wellington Souza¹⁵
Fabrício Cavalcante¹⁶

Resumo

Este artigo trata da importância de Alfred Russel Wallace para a teoria da evolução, ele muitas vezes acaba sendo esquecido pelos livros de biologia do ensino médio. Embora Wallace e Darwin tenham chegado independentemente ao princípio da seleção natural e comunicado o resultado de suas investigações à Linnean Society de Londres em 1858, em geral os livros didáticos discutem apenas a contribuição de Darwin. Wallace é mencionado como um naturalista que enviou o seu ensaio para Darwin, o qual motivou Darwin a publicar o *Origin of Species* e que as ideias evolutivas de ambos são bastante semelhantes. Alguns historiadores da ciência consideram que Darwin e Wallace chegaram independentemente à concepção de seleção natural. Darwin e Wallace concordavam em alguns aspectos (como a relevância da seleção natural para o processo evolutivo, que esta ocorre devido ao grande poder de aumento dos organismos que existem na natureza e que atua no sentido de preservar as variações que forem úteis para a espécie), existem também pontos onde eles divergiam.

¹⁴Mylena Santos de Magalhães, aluna do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida - Estadual da Prata.

¹⁵Wellington de Souza Nascimento, aluno do terceiro ano do ensino médio na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

¹⁶Fabrício André Lima Cavalcante, professor de biologia na instituição de ensino E.E.E.M.P. Dr. Elpídio de Almeida – Estadual da Prata.

Biografia

Filósofo e naturalista britânico nascido em Usk, Monmouthshire, Reino Unido, que propôs o conceito de sobrevivência dos mais aptos como razão para a origem das espécies (1858) paralelamente aos estudos de Charles Robert Darwin (1809-1882). Ainda criança mostrou-se interessado por botânica, mas depois dos seus 20 anos, após conhecer Henry Walter Bates (1825-1892), naturalista britânico de Leicester, Leicestershire, que viveu na Amazônia brasileira (1848-1859), passou ao estudo dos insetos. Ambos empreenderam uma expedição pela Amazônia (1848-1850) sobre a qual publicaria o livro *Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro* (1853). Infelizmente, com exceção do material enviado antecipadamente para a Inglaterra, a valiosa coleção acumulada na expedição foi consumida pelo fogo na viagem de volta. Depois deslocou-se para pesquisar no arquipélago malaio (1854 - 1862), voltando definitivamente para a Inglaterra e continuar suas pesquisas científicas em seu país de origem. Neste período publicou *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type* (1858), publicado ao mesmo tempo em que Darwin apresentava sua teoria da evolução das espécies. Divergiu notadamente de Darwin, que defendia a tese da seleção sexual, por preferir a da sobrevivência do mais forte e aceitar, por causa de sua tendência para o espiritualismo, a intervenção de forças superiores na evolução das espécies. De suas pesquisas no arquipélago malaio, onde investigou essencialmente a distribuição geográfica dos animais e publicou *The Malay Archipelago* (1869). Com *Geographical Distribution of Animals* (1876), adquiriu definitivamente relevante papel na história da zoogeografia, divulgando estudos precursores sobre a influência da divisão de terras emersas e dos mares sobre a genealogia das espécies. Na sua vasta obra encontram-se questões tão diferentes quanto a da nacionalização da terra, do sufrágio feminino, que defendia, e da vacinação, que combatia, e seus últimos trabalhos escritos davam muito espaço para a religião e o espiritualismo na teoria da seleção natural. Morreu em Broadstone, Dorset, Inglaterra, com mais de 90 anos, e entre vários livros importantes também devem ser lembrados *Miracles and Modern Spiritualism* (1875) e a autobiografia, *My Life* (1905).

Alfred Wallace na Amazônia

Em 1848, junto com o entomologista Henry W. Bates (1825-1892), Wallace partiu da Inglaterra em uma viagem ao Brasil, para coletar insetos e outros animais, estudar a rica fauna tropical e buscar explicações para a evolução dos organismos e sua imensa diversidade. O próprio Darwin já estivera no Brasil, em 1832, passando 18 dias na Bahia e três meses na então província do Rio de Janeiro. Os outros dois naturalistas, porém, estiveram na Amazônia, onde conheceram uma realidade biológica bastante diferente da que viam na Europa. Bates ficou na Amazônia por 11 anos, e textos escritos por ele sobre os insetos amazônicos, em particular as borboletas, deixam claro o seu espanto com a biodiversidade brasileira.

Wallace voltou à Inglaterra em 1852, bem antes de Bates, mas no período em que esteve na Amazônia estudou animais e plantas. Na volta para a Inglaterra, em 1852, perdeu a coleção que fez no Brasil e parte de suas anotações no incêndio e naufrágio do navio em que viajava. Mesmo assim, publicou vários artigos e dois livros sobre suas experiências na floresta tropical. Um dos trabalhos salvos do naufrágio foi uma série de descrições e ilustrações de peixes, que permaneceu inédita e foi recentemente publicada no Brasil, na coleção 'Uspiana – Brasil 500 Anos'.

A seleção natural segundo Wallace

Foi após a morte de Darwin que Wallace escreveu o livro *Darwinism*, procurando apresentar de forma unificada sua visão sobre a teoria da evolução. De um modo geral, a concepção de Wallace é compatível com a de Darwin; porém, há várias diferenças importantes.

Wallace explicou que, em uma mesma ninhada, não há dois filhotes iguais. Mesmo que eles tenham a mesma cor, observando atentamente vê-se outras diferenças, como tamanho, proporção do corpo e membros, textura ou disposição do pelo. Assim, a variabilidade existe mesmo em relação aos indivíduos com

parentesco muito próximo, ou seja, indivíduos da mesma espécie apresentam variabilidade. Ele explicou que o mesmo se aplicava às plantas.

Wallace considerava essas diferenças bastante importantes, entretanto, o fundamental era a existência de uma tendência para que as mesmas fossem reproduzidas. Assim, através de um cruzamento cuidadoso, uma variação particular ou um grupo de variações poderia ser aumentado bastante sem, aparentemente, prejudicar a vida, crescimento ou reprodução da planta ou animal. Esse era o caminho seguido pela seleção artificial. Segundo este naturalista, através da seleção artificial, nossos vegetais, frutos e flores vinham sendo obtidos. Podiam-se escolher raças de gado ou de aves domésticas, raças de cavalos e cães.

Wallace discordava de Darwin em relação à atribuição dos padrões e cores das asas das borboletas à seleção sexual, ou seja, devido à preferência das fêmeas por machos mais brilhantes, sendo as cores transmitidas às vezes somente aos machos e às vezes a ambos os sexos.

Para Wallace, as armas adquiridas pelo macho para lutar com os outros machos, sons e odores peculiares ao macho que servem para chamar a fêmea ou para indicar sua presença, chamados e cantos dos pássaros, plumas e ornamentos úteis para cada espécie foram desenvolvidos através da ação da seleção natural.

Ele explicou que as cores dos animais eram fundamentalmente para proteção e isso provavelmente se aplicava às cores primitivas de todos os animais. No decorrer da evolução as cores foram produzidas e modificadas pela ação da seleção natural como sinal de advertência, reconhecimento, mimetismo ou proteção. Wallace, contrariamente a Darwin, não acreditava que os instintos tinham surgido a partir de variações úteis, que, de modo análogo a outras variações tinham sido herdadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pelgatto, C. M.; Silveira-Jr, E. G.; Joaquim, Pamela de Souza. Um nome fundamental, disponível em:

<file:///C:/Users/Ana%20Paula/Downloads/ensaio261.pdf>

Acesso em 26 de novembro de 2014.

Carmo, V. A.; Martins, L. A. P. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo, disponível em <http://www.abfhib.org>

Acesso em 26 de novembro de 2014.

Carmo, V. A.; Bizzo, N.; Martins, L. A. P. Alfred Russel Wallace e o princípio da seleção natural, disponível em <http://www.abfhib.org>

Acesso em 26 de outubro de 2014.

Morgante, J. S. Alfred Russel Wallace, conproponente da seleção natural, tributo ao seu centenário de falecimento, disponível em <http://geneticanaescola.com.br>

Acesso em 26 de outubro de 2014.

<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/AlfredRu.html>

(Acesso em 26 de outubro de 2014).

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos, disponho-me a participar da pesquisa **“A METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB”**.

Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

O trabalho **A METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB** terá como objetivo geral **DISCUTIR SOBRE A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA POR PROBLEMATIZAÇÃO NO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA NO ENSINO APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA**.

Ao voluntário só caberá a autorização para **GRAVAÇÃO DE VOZ, APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS, USO DE FOTOS E VÍDEOS EM PUBLICAÇÕES, PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS** e não haverá nenhum risco ou desconforto ao voluntário.

- Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, entretanto, quando necessário, poderá revelar os resultados ao médico, indivíduo e/ou familiares, cumprindo as exigências da Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.
- O voluntário poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, sem que haja qualquer penalização ou prejuízo para ele.
- Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho e assegurada a

privacidade dos participantes em manter tais resultados em caráter confidencial.

- Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro para os participantes voluntários deste projeto científico nem qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário, portanto, não será necessário indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.

- Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (083) **8810-3947** com **MÁRCIA ADELINO DA SILVA DIAS**.

- No final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao seu conteúdo e poderei discutir sobre os dados com o pesquisador. Este documento será impresso em duas vias, e uma delas ficará em minha posse.

- Depois de ter lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor dele, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do participante

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos, autorizo a participação de _____ de _____ anos na pesquisa **“A METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB”**.

Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

O trabalho **A METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE - PB** terá como objetivo geral **DISCUTIR SOBRE A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA POR PROBLEMATIZAÇÃO NO CURRÍCULO DO ENSINO BÁSICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA**. Ao responsável legal pelo (a) menor de idade só caberá a autorização para **GRAVAÇÃO DE VOZ, APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS, USO DE FOTOS E VÍDEOS EM PUBLICAÇÕES, PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS** e não haverá nenhum risco ou desconforto para o voluntário.

Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, entretanto, quando necessário for, poderá revelar os resultados ao médico, indivíduo e/ou familiares, cumprindo as exigências da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

O responsável legal pelo menor participante da pesquisa poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, sem que haja qualquer penalização ou prejuízo para ele.

Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho e assegurada a privacidade dos participantes quanto a manter os resultados em caráter confidencial.

Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro para os participantes voluntários deste projeto científico nem qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros para o voluntário, portanto, não será necessária indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.

Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (083) **8810-3947** com **MÁRCIA ADELINO DA SILVA DIAS**.

No final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo dela e poderei discutir sobre os dados com o pesquisador. Este documento será impresso em duas vias, e uma delas ficará em minha posse.

Dessa forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor dele, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do pesquisador responsável _____

Assinatura do responsável _____

legal pelo menor

Assinatura do menor de idade _____

Anexo III

**ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DR.
ELPÍDIO DE ALMEIDA**

CNPJ: 05.304.698/0001-52

RUA DUQUE DE CAXIAS, Nº 235, PRATA, CAMPINA GRANDE-PB

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Estamos cientes da realização do projeto intitulado: **A METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO EM CAMPINA GRANDE – PB**, desenvolvido pelo pesquisador Fabrício André Lima Cavalcante, do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, sob a orientação da Professora Dr^a. Márcia Adelino da Silva Dias.

CAMPINA GRANDE, 11/05/2016

APÊNDICES

Apêndice I

| SEQUÊNCIA DIDÁTICA | | | |
|--------------------|--|---------------|-------------------------|
| Tema: | Citologia | | |
| Conteúdo: | Breve histórico sobre o microscópio e a descoberta da célula | Área: | Ciências da Natureza |
| Disciplina: | Biologia | Nível: | Ensino Médio / 3ª Série |

| APRESENTAÇÃO |
|---|
| <p>A invenção do microscópio pode ser considerada o marco inicial da Biologia Celular. Foram os holandeses Hans Janssen e Zacharias Janssen, fabricantes de óculos, que inventaram o microscópio no final do Século XVI. As observações realizadas por eles demonstraram que a montagem de duas lentes em um cilindro poderia aumentar o tamanho das imagens e permitir que objetos pequenos, invisíveis a olho nu, fossem observados de forma detalhada. Entretanto, eles não utilizaram sua invenção para fins científicos. Foi o também holandês Antonie von Leeuwenhoek, que viveu entre os anos de 1632 e 1723 na cidade holandesa de Delft, quem primeiro registrou suas observações utilizando microscópios. Com um microscópio de fabricação própria, ele foi o primeiro a observar e a descrever fibras musculares, espermatozoides e bactérias. Leeuwenhoek relatou todas as suas experiências para Robert Hook, membro da Royal Society of London.</p> <p>Como falava somente dutch (holandês), Robert Hooke traduziu os seus trabalhos, que foram publicados pela entidade. Acerca de suas observações com o microscópio, ele escreveu, originalmente, a seguinte frase: “Não há prazer maior quando meu olhar encontra milhares de criaturas vivas em apenas uma gota de água.” Entretanto, a “descoberta” da célula é atribuída a Robert Hooke que, em 1665, publicou seu livro intitulado ‘Micrographie’ que continha observações microscópicas e telescópicas e algumas observações originais em Biologia.</p> <p>Para compreender por quais razões a cortiça era tão leve, Hooke estudou fatias finíssimas desse material. Foi então que, utilizando seu microscópio composto, observou que a baixa densidade desse material devia-se à existência de pequenos compartimentos até então vazios, que Hooke chamou de “cell”, que, em inglês, significa cavidade ou cela. Na verdade, esses compartimentos não estavam vazios, mas, por se tratar de um tecido vegetal morto, o que Hooke observou não era a célula completa em si, mas compartimentos delimitados pela parede celular.</p> <p>Um grande número de pesquisadores passou a estudar as diversas partes dos vegetais e, posteriormente, dos animais. Assim, não demorou muito tempo para que o citoplasma, uma substância de aspecto gelatinoso, fosse descoberto. Robert</p> |

Brown, botânico escocês que viveu de 1773 a 1858, constatou, em 1833, que a maior parte das células apresentava em seu interior uma estrutura de forma esférica, que ele denominou de núcleo. Nessa mesma época, observações e descobertas revelaram a existência da membrana plasmática e da parede celular nas células vegetais.

A realização de diversos estudos microscópios permitiu que os cientistas alemães, Theodor Schwann e Mathias Schleiden, postulassem a Teoria Celular. No final da década de 1830, após a realização de diversos estudos microscópicos, Schwann e Schleiden reuniram-se para discutir sobre suas ideias acerca da organização dos seres vivos. Schleiden era botânico e tinha certeza de que todas as plantas eram constituídas por células, assim como os animais, segundo as observações de Schwann. Assim, Schwann e Schleiden sintetizaram as ideias sobre os aspectos estruturais dos seres vivos da seguinte maneira:

“As partes elementares dos tecidos são células, semelhantes no geral, mas diferentes em forma e função. Pode ser considerado certo que a célula é molécula universal do desenvolvimento e está presente em cada tipo de organismo. A essência da vida é a formação da célula.”

Todos os conhecimentos sobre a Biologia Celular progrediram concomitantemente ao desenvolvimento de novos métodos de investigação. Em um primeiro momento, conforme vimos, a microscopia óptica, também chamada de microscopia de luz, possibilitou o descobrimento das células e a elaboração da Teoria Celular (Junqueira & Carneiro, 2012). Depois, técnicas citoquímicas foram desenvolvidas, e isso facilitou a identificação e a localização de diversas moléculas integrantes das células. Com o desenvolvimento dos microscópios eletrônicos, que apresentam um grande poder de resolução, foram desvendados aspectos mínimos das células, que não poderiam ser feitos com a microscopia óptica.

OBJETIVOS

- Elaborar uma linha do tempo com os principais naturalistas e suas contribuições para o aprimoramento da microscopia;
- Entender o funcionamento do microscópio;
- Realizar aula prática (experimentação) de microscopia celular animal e vegetal.

RECURSOS

- Datashow;
- Computador;
- Notebook;
- Microscópios ópticos;
- Lâminas e lamínulas para microscopia;
- Placa de Petri ou vidro de relógio;
- Corantes de azul de metileno e água iodada;
- Epiderme de cebola;
- Conta-gotas ou pipeta;
- Estilete;
- Pinça;
- Papel absorvente;
- Lâminas permanentes de cortes histológicos animais;
- Caneta para quadro branco;
- Livro didático;
- Apostila com roteiro de aula e estudo dirigido.

PROCEDIMENTOS

1º Momento – Sobre o aspecto teórico

- Será ministrada a aula expositiva com auxílio de datashow e quadro branco sobre citologia, em que será feito um breve histórico sobre o microscópio e a descoberta da célula. Os estudantes conhecerão, através da história e da filosofia da ciência, os principais eventos que foram importantes desde a descoberta do microscópio até a concretização da teoria celular.

2º Momento – Sobre o aspecto prático com experimentação em laboratório com células animal e vegetal

- Os estudantes serão divididos em grupos de quatro integrantes; cada grupo possui um kit com material para fazer a experimentação sobre a célula animal e vegetal;
- Os estudantes farão um experimento utilizando catáfilos com células de cebola coradas com azul de metileno e outro experimento com água iodada, que serão observados no microscópio óptico. Para isso, testaremos duas situações: na primeira, verificaremos quais estruturas são mais realçadas no microscópio com cada tipo de corante; na segunda, os estudantes observarão e farão desenhos que identifiquem as diferenças entre a célula vegetal da

lâmina confeccionada por eles com uma célula animal verificada em lâminas permanentes.

3º Momento - Sobre a importância do conhecimento adquirido e sua aplicabilidade em nossa vida social

- Os estudantes, em grupo, farão uma pesquisa sobre temas importantes e já selecionados pelo professor; cada grupo irá defender um dos temas, com o objetivo de gerar discussões importantes sobre o desenvolvimento da Ciência dentro de uma perspectiva contextualizada e aplicada à sociedade.

AValiação

- Mediante a resolução das atividades;
- Gravação da apresentação de cada tema discutido pelo grupo;
- Respostas do questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A invenção do microscópio e a descoberta da célula. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/28169/a-invencao-do-microscopio-e-a-descoberta-da-celula#ixzz46DK6oi9E>. Acesso em: 12 de julho de 2015.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. v. 1. 3ª edição. São Paulo: Ed. Moderna, 2010.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. v. 1. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

PAULINO, W. R. **Biologia atual**. v.1. São Paulo: Ática, 2015.

Apêndice II**ROTEIRO DE AULA E ESTUDO DIRIGIDO****MICROSCOPIA: Célula animal e vegetal****1. Práticas a fresco 2. Lâminas permanentes**

EEEMEP Dr. Elpídio de Almeida – PRATA

Professor: Fabrício Cavalcante

Disciplina: Biologia

Equipe:

Série: _____ Data: _____

OBSERVAÇÃO DA CÉLULA VEGETAL

Objetivo:

- Observar células eucarióticas vegetais utilizando a epiderme do bulbo de uma cebola;
- Verificar o modo como diferentes corantes (azul de metileno e água iodada) atuam sobre diferentes estruturas celulares.

Material:

- ✓ Bandejas de plástico;
- ✓ Lâminas;

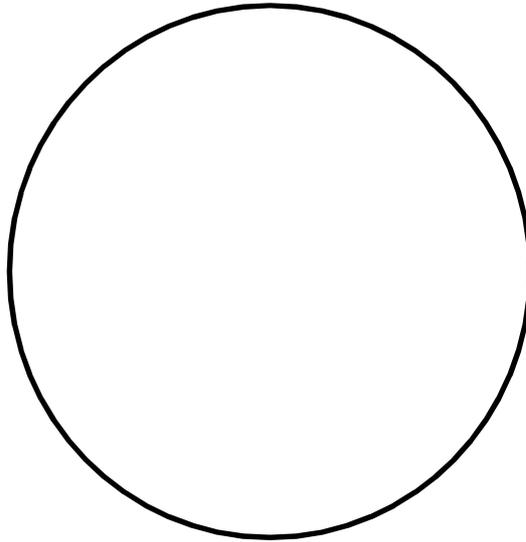
- ✓ Lamínulas;
- ✓ Corante azul de metileno;
- ✓ Água iodada;
- ✓ Conta-gotas ou pipeta;
- ✓ Gilete ou estilete;
- ✓ Becker com água;
- ✓ Vidro de relógio ou placa de Petri;
- ✓ Epiderme da cebola;
- ✓ Papel absorvente.

Procedimentos: práticas a fresco

1. A partir de um quarto de um bulbo de cebola, retirar, com o auxílio de uma pinça, uma porção da película interna da epiderme e depositar sobre o 'vidro de relógio' ou placa de Petri já com um pouco de água;
2. Colocar um pouco de água sobre a película da cebola para evitar enrolar;
3. Distendê-la sobre a lâmina, adicionar água iodada e secar com papel absorvente o excesso de líquido;
4. Adicionar a lamínula e retirar as bolhas de ar, retirar o excesso de água iodada com papel absorvente;
5. Proceder à observação no microscópio óptico, utilizando a objetiva de menor ampliação, seguida das restantes;
6. Refazer os passos 1 e 2;
7. Adicionar o azul de metileno na água e sobre a película da cebola;
8. Distender sobre a lâmina, adicionar a lamínula e secar o excesso de líquido com papel absorvente;

9. Proceder à observação no microscópio óptico, utilizando a objetiva de menor ampliação, seguida das restantes.

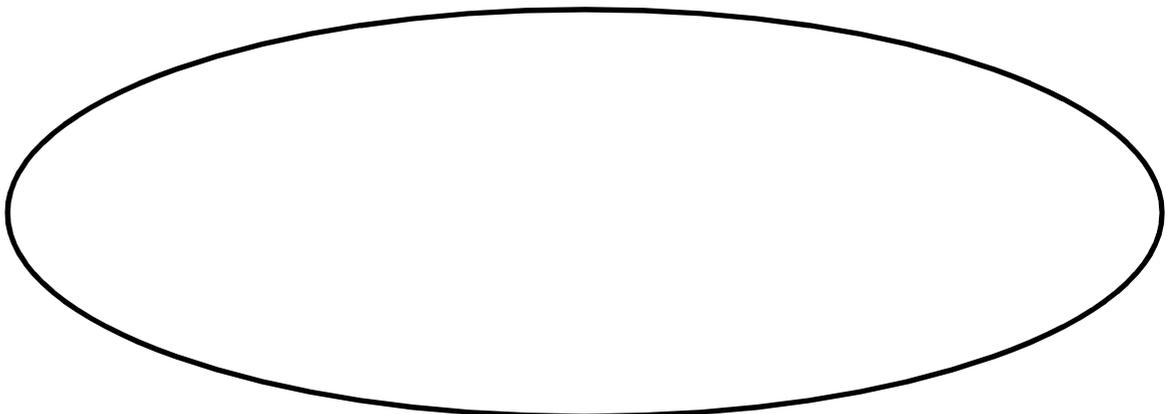
Agora desenhe o que você observou no microscópio e descreva as principais diferenças.

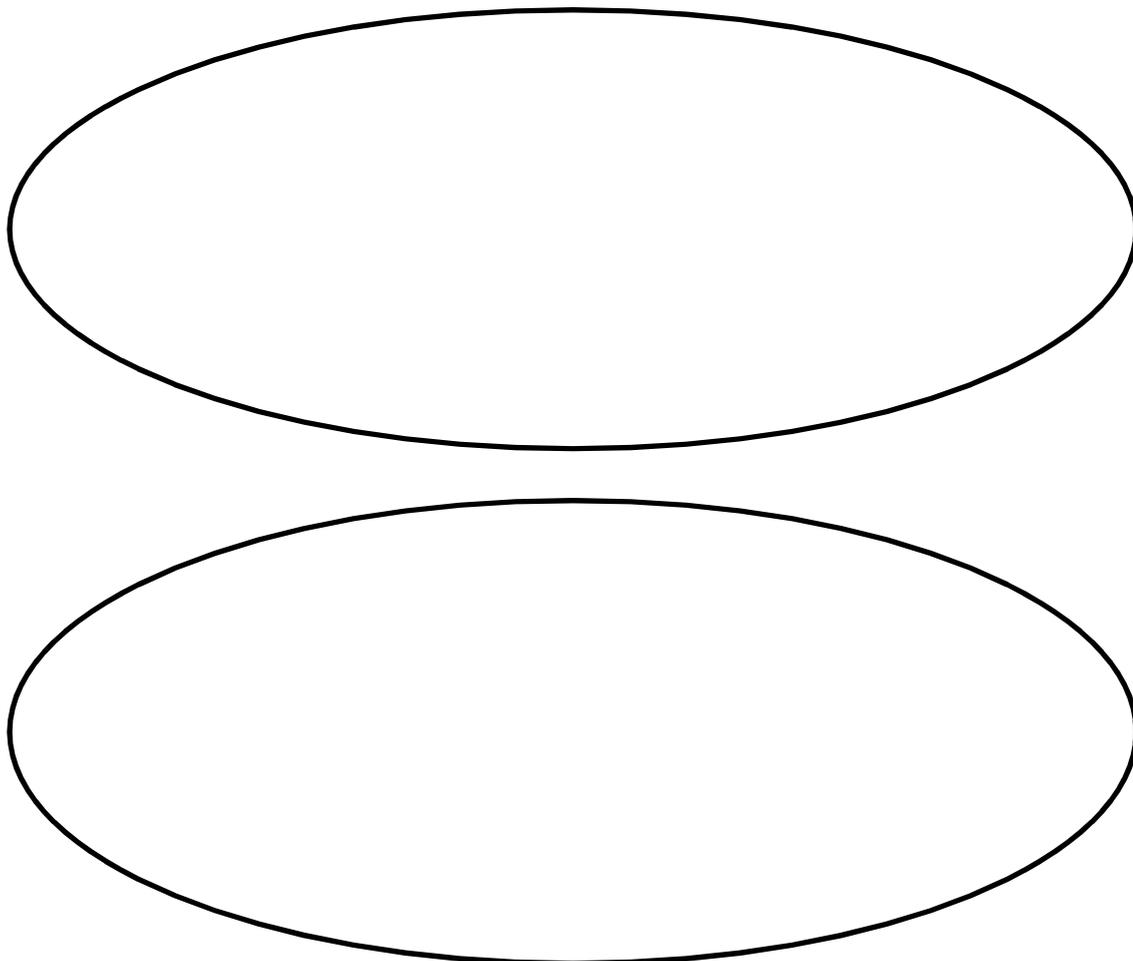


OBSERVAÇÃO DE LÂMINAS PERMANENTES

Objetivo:

- Desenhar os três tipos de tecidos celulares animais observados e identificá-los.





QUESTÕES

1. Quais as diferenças entre a célula vegetal e a animal?

2. Qual é a menor parte de um ser vivo que ainda é capaz de se alimentar, respirar, reproduzir-se e excretar?

3. Existe algum organismo vivo que não seja composto por células? Justifique.

4. O formato da célula está relacionado a sua função? Justifique.

Apêndice III**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
– PPGECM****UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB****FORMULÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO**

1. Idade: _____

2. Gênero:

a) Masculino

b) Feminino

c) Outro. Qual? _____

3. Qual a sua religião?

a) Católica

b) Protestante ou Evangélica

c) Espírita

- d) Umbanda ou Candomblé
- e) Sem religião
- f) Outra. Qual? _____

4. Onde você frequentou o Ensino Fundamental?

- a) Todo em escola pública
- b) Todo em escola particular com bolsa
- c) Maior parte em escola particular
- d) Maior parte em escola pública
- e) Maior parte em escola particular com bolsa
- f) Todo em escola particular

5. Onde você frequentou o Ensino Médio?

- a) Todo em escola pública
- b) Todo em escola particular com bolsa
- c) Maior parte em escola particular
- d) Maior parte em escola pública
- e) Maior parte em escola particular com bolsa

f) Todo em escola particular