



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Biologia

PAULA MARTINS DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA O ENSINO MÉDIO UTILIZANDO A
METODOLOGIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: “FAZENDO
CIÊNCIA: INVESTIGANDO DOENÇAS”

PROJECT DEVELOPMENT FOR HIGH SCHOOL USING THE PROBLEM-BASED
LEARNING METHODOLOGY: "MAKING SCIENCE: INVESTIGATING DISEASES"

CAMPINAS- SP
2019

PAULA MARTINS DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA O ENSINO MÉDIO UTILIZANDO A
METODOLOGIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: “FAZENDO
CIÊNCIA: INVESTIGANDO DOENÇAS”

PROJECT DEVELOPMENT FOR HIGH SCHOOL USING THE PROBLEM-BASED
LEARNING METHODOLOGY: "MAKING SCIENCE: INVESTIGATING DISEASES"

*Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da
Universidade Estadual de Campinas como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de
Mestra em Ensino de Biologia, na área de Ensino de
Biologia.*

*Dissertation presented to the Institute of Biology of
the State University of Campinas as part of the
requirements required to obtain a Master's degree in
Biology Teaching in the area of Biology Teaching.*

Orientador: DANIEL MARTINS DE SOUZA

Coorientadora: VALÉRIA DE ALMEIDA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA
ALUNA PAULA MARTINS DE SOUZA, E
ORIENTADA PELO PROF. DR. DANIEL MARTINS
DE SOUZA E COORIENTADA PELA DRA.
VALÉRIA DE ALMEIDA.

CAMPINAS- SP
2019

M366e Martins de Souza, Paula, 1993-
Elaboração de projeto para o ensino médio utilizando a metodologia da aprendizagem baseada em problemas : fazendo ciência, investigando doenças / Paula Martins de Souza. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Daniel Martins de Souza.
Coorientador: Valéria de Almeida.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Aprendizagem baseada em problemas. 2. Biologia - Ensino médio. 3. Proteínas. 4. Proteoma. 5. Proteômica. 6. Esquizofrenia. 7. Depressão. I. Martins-de-Souza, Daniel., 1979-. II. Almeida, Valéria Correia de, 1971-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Project development for high school using the problem based learning methodology : Making science, investigating diseases

Palavras-chave em inglês:

Problem-based learning. Biology Teaching

Biology - High school

Proteins

Proteome

Proteomics

Schizophrenia

Depression

Área de concentração: Ensino de Biologia

Titulação: Mestra em Ensino de Biologia

Banca examinadora:

Daniel Martins de Souza [Orientador]

Marcelo Bispo de Jesus

Juliana Rink

Data de defesa: 02-07-2019

Programa de Pós-Graduação: Ensino de Biologia em Rede Nacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-1626-6619>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7368688950058588>

COMISSÃO EXAMINADORA

Campinas, 02 de julho de 2019.

Titular 1: Prof. Dr. Daniel Martins de Souza (Presidente)

Titular 2: Prof. Dr. Marcelo Bispo de Jesus

Titular 3: Profa. Dra. Juliana Rink

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica da aluna.

DEDICATÓRIA

À minha família, e a todas as pessoas que me ajudaram de alguma forma, sendo com seu conhecimento, ou apoio.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço a Deus, por todo o caminho percorrido até aqui, por sempre olhar por mim e me conceder tantas bênçãos.

À Unicamp, em especial à equipe de pós-graduação do IB, e a todos os professores que contribuíram com seus conhecimentos durante o curso.

Ao meu orientador, professor Dr. Daniel Martins de Souza e à minha coorientadora Dra. Valéria de Almeida. Muito obrigada por toda a orientação, suporte, e oportunidade de aprender com vocês. Vocês são incríveis!

À todos do laboratório de Neuroproteômica, por todas as contribuições para a elaboração deste trabalho, e por estarem sempre dispostos a ajudar.

Às minhas amigas de turma, que agora são amigas para a vida. Nathy, Lu, Consuelo e Vanessa, vocês tornaram todo o caminho mais leve, mais fácil, mais divertido. Nós rimos e choramos juntas, enfrentamos todos os desafios, e vencemos. Obrigada por tudo, tenho certeza que foi Deus quem cruzou nossos caminhos, para que nós pudéssemos chegar até aqui, e nos abençoou com um anjinho, Kalel, que está juntinho dele e no coração de todas nós.

À minha família. Minha avó Angelina e Maria por sempre se lembrarem de mim, e contribuírem com suas orações. Ao meu avô João, que sempre torceu muito por mim e estaria muito orgulhoso agora. Aos meus pais, Paulo e Sílvia, que me apoiam e torcem por mim em cada etapa, em especial a minha mãe, que fez de mim o que sou. À minha irmã Poliana, que sempre me escuta, me apoia e me dá forças. Ao meu namorado João, que enfrenta tudo ao meu lado sempre, e aos seus pais, pessoas muito especiais. Vocês todos são a razão de toda a minha luta. Amo vocês!

À família Help, que me apoiou todo o tempo, sempre me encorajando e dando suporte para que eu seguisse. E aos meus alunos, que estão sempre me dando forças.

Aos meus amigos e todas as pessoas que de alguma forma participaram deste processo, oferecendo uma palavra de apoio, contribuição intelectual ou suas orações e energias positivas. Em especial à Lucélia e à Letícia, que sempre se lembram de mim, me encorajam e me incentivam a continuar. Obrigada a todos!

RESUMO

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma metodologia centrada no aluno, que protagoniza sua aprendizagem através da interpretação, discussão e resolução de problemas reais, que abordam conceitos e conteúdos que pretendem ser trabalhados pelo professor, que atua no processo como mediador da aprendizagem do estudante. A metodologia é projetada para desenvolver atitudes e habilidades além do conhecimento específico da disciplina de biologia, resultando em um aprendizado duradouro que possa ser utilizado pelo aluno como membro ativo da sociedade. Doenças psiquiátricas, como esquizofrenia e depressão, vêm afetando um número cada vez maior de pessoas, sendo alvo de pesquisas científicas por todo o mundo. As proteínas, macromoléculas mais abundantes nos seres vivos, que desempenham funções estruturais e funcionais, fazendo parte de diversos processos biológicos indispensáveis para um organismo, é um conteúdo presente no currículo escolar do ensino médio, e vem servindo como base para o estudo de tais doenças, sua abordagem no ensino médio permite ao estudante compreender o quão dinâmico os diferentes organismos podem ser. Considerando sua importância para a disciplina de biologia, proteínas foi o conteúdo selecionado como base para um projeto elaborado nessa dissertação denominado: “Fazendo Ciência: investigando doenças”, baseado na metodologia da ABP, voltado para estudantes dos três anos do ensino médio, que apresenta como contexto problemático a proteômica, ciência que estuda o proteoma, conjunto de proteínas produzidas por um organismo, e sua relação com doenças como esquizofrenia e depressão. O projeto está disponível em um material didático para o professor, para que possa aplicá-lo em sua escola e para o aluno, como um roteiro orientador do processo.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas. Ensino de Biologia. Proteínas. Proteoma. Proteômica. Esquizofrenia. Depressão.

ABSTRACT

Problem-based learning (PBL) is a teaching methodology which focuses on the student, promoting their learning through the interpretation, discussion, and solving of real-world problems. It is designed to approach the concepts and content that the teacher intends to work with, where they then act to guide and support the student. The methodology is expected to develop attitudes and skills beyond the specific knowledge relevant to the biology discipline, resulting in long-lasting knowledge that can be used by the student as an active member of society. Psychiatric illnesses such as schizophrenia and depression are affecting an increasingly large number of people, making it the target of study for scientific research around the world. Proteins, the most abundant macromolecules in living beings, perform structural and functional roles in various biological processes, making them an indispensable part of any organism. They are present in every high school curriculum, and serve as a foundation to understand and study illnesses such as those previously mentioned. The way the study of proteins is approached in high school allows a student to understand just how dynamic different organisms can be. Considering their importance in biology, proteins were selected as the base content for the project developed in this dissertation, named “Making Science: Investigating Diseases”. It makes use of the PBL methodology and is aimed at students in their third year of high school, presenting itself through proteomics – the study of the proteome, the set of proteins produced and present in a cell – and how it relates to diseases such as schizophrenia and depression. The project is available both to the teacher, as course material to be used as a guide in their classroom, and to the student, as their guide through the learning process.

Keywords: Problem-based learning . Biology Teaching. Proteins. Proteoma. Proteomics. Schizophrenia. Depression

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Ensino de Biologia	10
1.2 Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).....	11
1.3 As Proteínas, o proteoma e a proteômica	15
1.4 A Esquizofrenia.....	17
1.5 A Depressão	17
2. OBJETIVOS	19
2.1. Geral.....	19
2.2. Específicos	19
3. JUSTIFICATIVA.....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	21
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSSÃO.....	26
7. CONCLUSÃO	31
8. REFERÊNCIAS	32
9. APÊNDICES	37
9.1 Apêndice I	37
9.2 Apêndice II.....	85
10. ANEXOS.....	132
10.1 Anexo I.....	132
10.2 Anexo II	133

1. INTRODUÇÃO

1.1 Ensino de Biologia

O currículo escolar dos ensinos fundamental e médio deve estar sempre em intensa discussão e reflexão, para que a escola possa exercer adequadamente seu papel de formadora de cidadãos. Durante esse processo de formação, a disciplina de biologia, que deve despertar nos estudantes o interesse pelo mundo dos seres vivos, pode ser uma disciplina extremamente relevante, que os ajude a compreender processos e conceitos biológicos utilizando esse conhecimento nas futuras tomadas de decisões individuais e coletivas. No entanto, a biologia pode ser uma disciplina pouco atraente e irrelevante, dependendo do conteúdo e da metodologia empregada (KRASILCHIK, 2016).

A forma fragmentada como a biologia comumente é abordada, em áreas disciplinares, não permite que os estudantes percebam o mundo vivo de forma integrada, o que pode comprometer não apenas a compreensão sobre o tema, mas também o interesse pelas ciências biológicas. Considerando a relevância do conhecimento biológico na relação entre ciência, tecnologia e sociedade, a lacuna desse conhecimento levaria a potenciais danos em uma educação para a cidadania responsável, um dos principais objetivos do ensino médio (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HAN, 2011).

Como a ciência e a tecnologia estão presentes na atualidade, influenciando as transformações sociais e culturais, a biologia vem ganhando destaque no cenário mundial, disseminando os resultados e informações das descobertas científicas do meio acadêmico à população, através da internet e outros meios de comunicação, provocando discussões gerais sobre benefícios, riscos e implicações éticas e morais provenientes de tais pesquisas (PEDRANCINI, et al, 2007). Essas reflexões e muitas vezes indagações por parte dos alunos, chegam às salas de aula, sendo necessária a abordagem do pensamento científico, que deve ser efetivamente apresentado, para que os alunos possam construir um aprendizado significativo dos elementos da linguagem e métodos científicos, atribuindo valor ao pensar e agir científico (KOSMINSKY, GIORDAN, 2002).

A popularização da internet e demais tecnologias de comunicação vem moldando a vida diária em diversas formas e aspectos, causando impacto em muitas áreas, especialmente sobre o ensino, já que em uma sociedade na qual a informação está facilmente disponível, a visão do professor como único detentor do conhecimento é desafiada. O estímulo ao desenvolvimento e estudo dos processos envolvidos na aprendizagem, levou a aplicação desse

conhecimento na educação, tanto no desenho de currículos como na forma de ensinar, sugerindo uma nova maneira de ensino, que preconiza uma prática baseada na exposição e resolução de problemas (HENRIQUES; PRADO; VIEIRA, 2014). Como descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (BRASIL, 2000, p.14-15):

Para promover um aprendizado ativo, que, especialmente em Biologia, realmente transcenda a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos, como, por exemplo, aqueles envolvendo interações entre seres vivos, incluindo o ser humano, e demais elementos do ambiente. [...]

Proporcionar um aprendizado ativo coloca o aluno no centro do processo de aprendizado, onde a capacidade de pensar em termos de hipóteses e possibilidades, de forma ativa, auxilia na construção do conhecimento sólido, mais duradouro. Nessa perspectiva, o professor assume o papel de mediador, favorecendo uma interação positiva entre o sujeito e o objeto (CABRERA, 2007).

Soussan (2004) afirma que alunos podem apropriar-se do conhecimento por duas formas de aquisição: a primeira, dita menos eficiente, o aluno recebe um saber construído, fornecido essencialmente pelo professor ou por livros didáticos; a segunda forma, o aluno constrói seu saber, a partir de materiais e procedimentos propostos e ensinados pelo professor, que o leva a procurar informações, que são confrontadas com saberes anteriores, estruturando conceitos cada vez mais complexos. Dessa forma, o papel fundamental do professor é criar condições para o questionamento necessário para a integração entre saberes antigos e novos dos estudantes.

Tais características são encontradas na metodologia da aprendizagem baseada em problemas (ABP).

1.2 Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

A ABP ou em inglês *Problem Based Learning* (PBL), é um método educacional centrada no educando, que se depara com um problema real, desafiador, planejado pelo educador antes de introduzir cada conteúdo. A aprendizagem é baseada na solução de situações relacionadas à realidade, onde os alunos trabalham em pequenos grupos de forma ativa e colaborativa, desde o primeiro contato com o tema, seguido pela discussão das ações, até um consenso final com a solução e medidas adotadas pela equipe, sempre orientada por um professor, que assume a posição de mediador (UFV, 2019).

Essa metodologia surgiu ao final da década de 1960, no ensino de medicina da Universidade de McMaster, Canadá (FREITAS, 2012), posteriormente foi aplicada em diversas faculdades de medicina, odontologia, psicologia, saúde pública, direito, entre outros cursos por todo o mundo. Na década de 1970 uma nova faculdade de medicina foi criada na Holanda, em Maastricht, com seu currículo fundamentado desde o início na aprendizagem baseada em problemas, tornando-se referencia para estudos desta técnica de ensino (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003).

O construtivismo é considerado a maior referencia teórica para a metodologia de ABP, já que parte do princípio de que o indivíduo aprendiz constrói seus conhecimentos através de observação e experimentação pessoal ativa, e não copiam ou absorvem ideias prontas do mundo exterior (MELO, 2014). A postura filosófica construtivista implica em deixar de ver o aluno apenas como um receptor de conhecimentos, não importando como os armazena e organiza em sua mente, passando a considera-lo agente de um processo de construção da sua própria estrutura cognitiva. Levando em consideração os processos mentais, ocupando-se da atribuição de significados, compreensão, transformação, armazenamento, e utilização das informações envolvidas, a cognição se dá por construção (MOREIRA, 1999).

Essa natureza construtivista fica evidente nos modelos curriculares da ABP, que objetivam estimular os alunos a buscarem soluções para os problemas propostos, assumindo maior responsabilidade pela própria aprendizagem, levando a construção do próprio conhecimento (CARVALHO, 2009).

Segundo Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005) a ABP organiza-se em torno de quatro etapas básicas, que apresentam duração e objetivos diferentes. A primeira etapa inicia-se com o trabalho do professor, que deve selecionar os conteúdos e conceitos que pretende lecionar para a turma. Definidos os conceitos, é necessário identificar um contexto problemático que permite abordar os conteúdos desejados. É interessante tomar como base uma situação problema preferencialmente real, que não inclua conclusões, mas que apresente desafios, fundamentada em materiais adequados ao aprendiz, que possa gerar seu interesse quanto aluno, indivíduo e membro da sociedade.

Um bom problema segundo Tibério, Atta e Lichtenstein (2003) deve consistir de descrição neutra de um fenômeno, formulado em termos concretos que necessitam de explicação, conduzindo o aprendiz a um número restrito de temas, ativando conhecimento prévio. Os principais elementos de um problema são o título, a descrição do problema e as instruções que devem definir os pontos a serem abordados.

A segunda etapa compete aos estudantes, que a partir da análise do contexto problemático definido pelo professor, elaboram problemas e questões considerando o que já é familiar a eles, o que nunca ouviram falar e o que gostariam de aprofundar. O professor ocupa o papel de tutor, orientando e conduzindo os estudantes, promovendo a classificação das questões por eles levantadas, indicando quais se sobrepõem, auxiliando na definição cronológica dos enunciados propostos, definindo a ordem a tratar dos problemas (LEITE, AFONSO, 2001; LEITE, ESTEVES, 2005).

Carvalho (2009) nota que o sucesso da segunda etapa e a garantia de que a investigação desenvolvida pelos alunos seguirá com grande possibilidade de alcançar o objetivo pretendido, que é a aprendizagem efetiva do conteúdo investigado, é definida pela escolha apropriada do contexto problemático definido pelo professor no início do processo, fazendo da primeira etapa uma das mais importantes para o processo.

Ainda baseado na organização de Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005), a terceira etapa do método ABP consiste na resolução dos problemas levantados na fase anterior. Os alunos, que poderão trabalhar simultaneamente em um mesmo problema, em diferentes subproblemas ou ainda em problemas diferentes, deverão reinterpretá-los, planificar resoluções, programar estratégias para as resoluções planificadas, e avaliar a funcionalidade das estratégias e possível solução do problema. Durante o processo, os estudantes devem acessar diferentes tipos de informações (livros, revistas, jornais, internet, entre outras fontes), recolher informações junto a pessoas e entidades diversas (entrevistar membros da comunidade ou entidades públicas), realizar atividades laboratoriais e saídas a campo e analisar as informações recolhidas. Tal processo deve ser orientado pelo professor, que mais uma vez atua como orientador do trabalho do aprendiz, assegurando que a informação mínima necessária esteja disponível.

Na quarta e última etapa ocorre a síntese do processo, feita conjuntamente por professor e aluno que deverão fazer a verificação de que todos os problemas inicialmente formulados foram resolvidos ou não tem solução, realizando uma síntese final dos conhecimentos obtidos, ressaltando o que de novo foi aprendido e julgando a eficácia da aprendizagem e contribuição para o desenvolvimento dos alunos enquanto indivíduos, cidadãos e membros da sociedade. Durante este processo de avaliação os estudantes são levados a compartilhar os resultados do estudo individual e em grupo, e avaliarem a si mesmos quanto a “o que” e “como” aprenderam.

O conhecimento adquirido pelo aluno vai depender de vários fatores, como: o conhecimento prévio que detém; a qualidade do problema apresentado, o interesse por ele

despertado, o desempenho do tutor, o funcionamento e comprometimento do grupo (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003), a aplicação do método como um todo que, é projetado para desenvolver atitudes e habilidades além do conhecimento específico da disciplina, colocando como ação prioritária e segurança de efetividade do processo a mediação pedagógica do educador e a interação entre os atores envolvidos (UFV, 2019).

Com base na questão colaborativa entre professor e educando, a ABP proporciona ao aluno a mudança do pensamento de que o professor é único detentor de conhecimento e responsável pelo seu aprendizado, desconstruindo o mito de que o professor está ali para unicamente transmitir o seu conhecimento, percebendo que o professor pode facilitar e o direcionar ao conhecimento frente à sua própria argumentação, buscando desenvolver seu pensamento crítico em busca de soluções de problemas, de modo a construir habilidades e competências sólidas (SANTOS, BOTTECHIA, 2017).

Independente do grande potencial apresentado pela ABP, é possível apontar vantagens e desvantagens. Os pontos positivos do método correspondem à aquisição de conhecimento de forma mais significativa e duradoura, e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes positivas, como comunicação oral, escrita, trabalho em grupo, habilidades comunicativas, sociais e desenvolvimento do senso crítico (RIBEIRO, 2005). Além disso, o método apresenta a vantagem de se encaixar em qualquer nível de ensino, do básico ao superior, com vista a melhor qualidade da aprendizagem, e conseqüentemente maior contribuição para o desenvolvimento do aluno enquanto estudante e membro ativo da sociedade (FREITAS, 2012)

A ABP também apresenta benefícios ao docente, já que aprimora seu trabalho na medida em que o estimula a acompanhar e mediar o trabalho de investigação desenvolvido pelo aluno, bem como as soluções para os problemas inicialmente propostos. Dessa forma, a utilização da metodologia contribui com o desenvolvimento da formação continuada dos professores, que são estimulados a aperfeiçoarem-se quanto à própria prática pedagógica diante dos novos desafios do ensino (SOUZA, 2016).

Em contrapartida, os desafios para a implementação da metodologia envolvem a resistência e dificuldade de adaptação dos alunos em relação à autonomia no processo de investigação e levantamento de informações (FISCHER et al, 2010), principalmente dos alunos mais tímidos (RIBEIRO, 2005). Além da resistência por vezes do corpo docente, ou ainda da dificuldade da instituição em orientar adequadamente os professores, ou disponibilizar recursos suficientes para a prática, como bibliotecas ou laboratórios com

número de materiais adequado para todos os alunos (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003).

Apesar das dificuldades estarem presentes, a ABP é considerada eficaz, e utilizada para acrescentar qualidade e solidez à aprendizagem dos educandos, proporcionando uma aprendizagem sólida, com duração por toda a vida, disponível para ser acessada em qualquer situação (UFV, 2019), auxiliando assim, na reestruturação curricular de uma instituição, que deve sempre ser levada em consideração quanto às suas peculiaridades, sua história, disponibilidade de recursos e inserção social garantindo o sucesso e consolidação da ABP no currículo (TIBÉRIO; ATTA; LICHTENSTEIN, 2003).

Considerando dessa forma, as evidências da eficiência do método ABP para a construção de um aprendizado mais sólido e duradouro para os estudantes, o projeto desenvolvido nesta dissertação, denominado “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”, utilizará como base a metodologia em questão, abordando como contexto problemático a Proteômica e sua relação com doenças psiquiátricas, especificamente a esquizofrenia e depressão, contextualizando conceitos e conteúdos previstos no currículo do ensino médio relacionados às proteínas.

1.3 As Proteínas, o proteoma e a proteômica

O DNA armazena toda a informação genética de um organismo, e está dividido em genes, responsáveis pelas diversas funções e características de um indivíduo, porém, para que cada informação contida em genes possa ser executada, esta é transcrita e traduzida em proteínas, uma das ferramentas funcionais do organismo (MARTINS-DE-SOUZA, 2015).

As proteínas representam cerca de 50 a 80% do peso seco das células, sendo as macromoléculas mais abundantes nos seres vivos. Essas moléculas são compostas por aminoácidos, que apresentam a capacidade de formar ligações covalentes entre os grupos amino (NH₂) de um aminoácido e carboxílico (COOH) de outro, as ligações peptídicas. Proporcionando uma grande variedade estrutural das proteínas, devido às diversas possibilidades de arranjos distintos (MORAES et al., 2013).

As proteínas desempenham funções estruturais e funcionais. Estão presentes em todas as membranas celulares, organelas e matriz extracelular, participam de processos biológicos, já que incluem as enzimas, fazem transporte de moléculas e íons pelas membranas, participam de mecanismos de defesa, devido a sua ação hormonal, participam do

controle do metabolismo, e ainda são responsáveis por mecanismos contrácteis musculares (MARZZOCO; TORRES, 2015).

As proteínas operam também, como receptores de drogas, atuando como sinalizadores químicos, como importantes moléculas alvo para medicamentos, mostrando-se determinantes na concentração e resposta farmacológica (KATZUNG, 2006). Ao alcançarem a corrente sanguínea, medicamentos podem se ligar em diferentes proporções a proteínas da membrana plasmática. O reconhecimento molecular do fármaco pela biomolécula receptora é dependente dos grupos funcionais e propriedades estruturais que devem ser complementares ao sítio de ligação da biomolécula (BARREIRO; FRAGA, 2008).

O proteoma, conjunto de proteínas produzidas por um organismo, tem ação dinâmica, pois, enquanto o genoma, conjunto de genes de um organismo, é virtualmente estável em todas as células, duas células localizadas em regiões distintas de um organismo, que desempenham diferentes funções, não apresentam mesmo proteoma, já que as diferenças morfológicas e funcionais entre as duas células são o resultado do conjunto de proteínas de cada uma. Além disso, o mesmo tipo de células em um indivíduo pode apresentar diferentes proteomas em resposta a estímulos ambientais, como ação de drogas, stress, doenças, etc. (OLIVEIRA et al., 2009).

A análise do proteoma de uma célula permite não apenas identificar quais proteínas estão presentes, mas também definir a quantidade das mesmas. A análise do proteoma pode ser feita, por exemplo, através do emprego da espectrometria de massas. Em geral, cada proteína produzida por um organismo possui uma massa específica. Assim, elas podem ser medidas com precisão por um espectrômetro de massas. Considerando que o proteoma de um organismo sofre alterações decorrentes de doenças, é possível identificar quais proteínas tiveram suas quantidades alteradas devido às mesmas e, assim, quais genes estão envolvidos (MARTINS-DE-SOUZA, 2015). A ciência que estuda o proteoma é denominada proteômica.

Alterações do padrão normal da quantidade de proteínas durante uma enfermidade podem ajudar a identificar uma via bioquímica alterada ou uma doença de forma precoce, e auxiliar na escolha do tratamento. Nesse cenário, essa metodologia pode ser útil no estudo de transtornos psiquiátricos complexos como esquizofrenia e depressão, auxiliando no diagnóstico e escolha de tratamentos.

1.4 A Esquizofrenia

A esquizofrenia é uma desordem mental crônica, cuja incidência é de 1% na população mundial. É causada pela interação da predisposição genética e fatores ambientais (MARTINS-DE-SOUZA, 2011), como infecções durante o período pré-natal causadas por vírus, complicações obstétricas que resultem em hipóxia, estresse durante o neurodesenvolvimento e estresse crônico (SCHMITT et al., 2014).

Este transtorno é caracterizado por diversos sintomas, que podem ser divididos em positivos, negativos e cognitivos. Os sintomas positivos, alvo dos tratamentos com antipsicóticos, são caracterizados por delírios e alucinações, além de distorções na comunicação e discurso desorganizado (STAHL, 2014). Os sintomas negativos como retraimento emocional e social, redução do sentimento de prazer, da motivação e persistência em realizar atividades diárias, uso de poucas palavras limitando a comunicação, são considerados uma redução das funções normais e interação emocional e social do paciente. Os sintomas cognitivos afetam a memória, a atenção e a função executiva (SCHMITT et al., 2014).

Pesquisas apontam que em pacientes com esquizofrenia há uma expressão diferencial de proteínas do citoesqueleto, o que pode acarretar alterações em processos de estrutura celular e comunicação sináptica; alteração na expressão de proteínas ligadas ao cálcio, podendo comprometer a função de receptores de dopamina; divergência em proteínas relacionadas a oligodendrócitos, sugerindo processos degenerativos e alteração em proteínas relacionadas ao metabolismo energético (OLIVEIRA, MARTINS-DE-SOUZA, 2013).

Atualmente, o diagnóstico para a esquizofrenia depende da avaliação subjetiva de um conjunto de sinais e sintomas, com base em sistemas de classificação psiquiátrica como o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5, 2005) ou através da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. Embora o tratamento com antipsicóticos auxilie no alívio de alguns dos sintomas positivos, apresenta pouco ou nenhum efeito sobre os sintomas negativos e cognitivos, e a maioria dos pacientes continua sofrendo ao longo da vida (CASSOLI et al., 2015; LAMBERT et al., 2010; HASAN et al., 2012; WHO, 2010).

1.5 A Depressão

A depressão, condição psiquiátrica ainda pouco conhecida em relação a bases moleculares, atinge cerca de 4,4% da população mundial segundo a OMS Organização mundial da saúde. Cerca de 10 a 30% dos pacientes com depressão que não respondem ao tratamento apresentam dificuldades na função social e ocupacional, apresentando declínio na saúde física e pensamentos suicidas (SILVA-COSTA et al., 2019).

Dentre as hipóteses sobre a fisiopatologia da depressão, destaca-se a hipofunção das monoaminas, particularmente a noradrenalina, a dopamina e a serotonina, neurotransmissores que costumam atuar em conjunto. Essa teoria sugere uma disfunção em diversos circuitos cerebrais no sistema de neurotransmissão das três monoaminas, o que leva a quase totalidade dos antidepressivos atuarem aumentando os níveis de tais neurotransmissores (SANACORA; TRECCANI; POPOLI, 2012; SILVA-COSTA et al., 2019).

Outros processos também aparecem alterados em pacientes depressivos, como a taxa de ATP, molécula armazenadora de energia, que é menor do que em pessoas saudáveis, e alteração na quantidade de proteínas responsáveis pela comunicação entre neurônios, células nervosas, tornando as sinapses menos eficientes. Proteínas do sangue relacionadas a processos inflamatórios, comparadas com as de pessoas mentalmente sadias, também apontam resposta inadequada a processos inflamatórios em pacientes depressivos, o que contribui para stress físico e mental (MARTINS-DE-SOUZA, 2015).

No diagnóstico da doença, são levados em conta os sintomas psíquicos, fisiológicos e evidências comportamentais. Porém, biomarcadores podem melhorar a capacidade de diagnóstico e revelar novos alvos para fármacos, auxiliando na definição do tratamento e na criação de novos e melhores medicamentos (PARIS, 2014; SILVA-COSTA et al., 2019). Análises proteômicas recentes apontam proteínas ligadas ao sistema imunológico, inflamatório e lipídico como possíveis potenciais marcadores para a depressão (SILVA-COSTA et al., 2019).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Elaborar projeto voltado para professores e estudantes do ensino médio, empregando a ABP, utilizando a proteômica e sua relação com doenças, como contexto problemático.

2.2. Específicos

- Desenvolver um material didático orientador voltado para professores para aplicação do projeto.
- Desenvolver um material didático orientador para os alunos, organizado como um roteiro para a participação no projeto.
- Introduzir a metodologia da aprendizagem baseada em problemas no ensino médio.
- Estimular através do projeto, a contextualização de conteúdos presentes no currículo escolar a partir de problemas reais.
- Estimular o protagonismo discente em metodologia ativa de aprendizagem, visando um conhecimento sólido e duradouro.
- Trabalhar a proteômica e doenças psiquiátricas no ensino médio.

3. JUSTIFICATIVA

Justifica-se a realização deste trabalho, considerando a forma fragmentada em que a biologia é comumente trabalhada no ensino médio, além da necessidade de que os estudantes percebam o mundo vivo de forma integrada, oferecida por meio de aprendizagem sólida de conceitos e conteúdos que possam ser realmente aplicados em situações reais no cotidiano dos alunos, enquanto indivíduos participantes da sociedade. A aprendizagem baseada em problemas foi escolhida como metodologia do projeto desenvolvido neste trabalho pelos motivos apresentados anteriormente.

O projeto denominado “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”, tem como base de conceitos e conteúdos a serem assimilados pelos estudantes, as proteínas, e seu papel na homeostase dos organismos, sendo abordada pela ABP, através do contexto problemático da proteômica.

Proteômica, não faz parte do currículo base de conteúdos do ensino médio, porém foi inserido no projeto por sua indispensável atuação na definição de formas e funções nas diferentes células humanas ou de outros seres vivos, e sua alteração frente a diferentes estímulos, que vão de sensações térmicas, a doenças, apresentando uma área de grande potencial a ser abordado como contexto real dentro da bioquímica trabalhada no ensino médio, contribuindo com o objetivo de fazer o aluno compreender conceitos biológicos de forma aplicada e integrada à vida.

A relação do proteoma com a saúde é problematizada no projeto, levando o estudante a investigar aspectos das doenças psiquiátricas propostas, esquizofrenia e depressão, pouco abordadas na educação básica, mas muito presente no cotidiano da população, possibilitando ao estudante adquirir um conhecimento biológico sólido e duradouro, abandonando a ideia de influência exclusivamente comportamental e psicológica frequentemente associada pela população.

Com a contextualização de tais conteúdos através da proteômica e sua relação com as doenças citadas a partir da ABP, o aluno poderá assimilar conceitos não apenas ligados às proteínas e suas mais variadas funções no organismo, mas também ao dinamismo do proteoma, características ligadas às doenças em questão, como sintomas, diagnóstico e tratamento, metodologias empregadas em pesquisas científicas de alto nível, alcançando uma aprendizagem mais significativa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto “Fazendo Ciência: Investigando Doenças” foi desenvolvido utilizando a aprendizagem baseada em problemas, pretendendo trabalhar os conceitos relacionados a proteínas, aplicados em situações reais contextualizadas com a proteômica e sua relação com doenças. As doenças escolhidas para abordagem no projeto foram: esquizofrenia e depressão.

A metodologia é centrada no aluno, e, portanto, o projeto foi desenvolvido buscando colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, buscando uma aprendizagem mais sólida e efetiva, sempre guiada pelo professor, considerado peça chave para aplicação do projeto.

Precedendo a elaboração do projeto, foi realizado inicialmente uma investigação do conteúdo que seria abordado, buscando explorar mais a fundo os fundamentos da ABP, seguido por um levantamento bibliográfico, e planejamento da organização do projeto.

O projeto está documentado em um material didático para o professor e um para o aluno. O material do docente é explicativo, descrevendo em detalhes todas as etapas que o compõe, ressaltando o papel do professor e do aluno, bem como os objetivos, conteúdos, recursos, informações e bibliografia; enfim, todo o necessário para que qualquer professor com o material em mãos possa aplicar e trabalhar o projeto em sua escola.

O material do aluno apresenta os mesmos conteúdos, porém é mais sintético e dinâmico, contendo menos explicações e informações. Estruturado como um roteiro é dividido por etapas, de modo a ser mais funcional para seu desempenho durante o projeto.

O projeto pode ser aplicado por qualquer docente, desde que a escola tenha acesso à internet, para a realização de pesquisas que serão desenvolvidas pelos alunos. Embora o acesso à internet possa ser um fator limitante, sabemos que segundo o último censo escolar do Estado de São Paulo em 2014 e da educação básica em 2016 respectivamente, 93,7% das escolas do Estado de São Paulo (CIMA, 2014), e 94,5% das escolas que oferecem o ensino médio no Brasil dispõem de acesso à internet (INEP, 2016), o que viabiliza a aplicação do projeto. Caso a escola não apresente acesso à internet, ou apresente um número insuficiente de máquinas disponíveis para que os alunos realizem suas pesquisas, é possível elaborar uma forma de revezamento de horários entre os grupos, ou ainda, realizar as pesquisas em casa, ou em outros laboratórios da cidade disponíveis para a população.

5. RESULTADOS

O projeto “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”, elaborado nesta dissertação está disponível em dois materiais didáticos apresentados como produtos finais. Um deles é voltado para o professor, com todas as instruções e explicações detalhadas para a aplicação do projeto em sua escola, e outro para o aluno, com o roteiro explicativo de todas as etapas e respectivas atividades que serão desenvolvidas.

O material desenvolvido para o professor, disponível no Apêndice I, tem início com uma explicação sobre o que é a metodologia da ABP e quais são suas características e objetivos, ressaltando o papel do professor e do aluno no processo. A familiarização do professor com o método é fundamental para que o projeto atinja seus objetivos finais, já que o professor é o guia, o mediador de todo o processo de aprendizagem.

Em seguida, o material apresenta uma revisão de todo o conteúdo que será abordado no projeto, que vai desde os conteúdos relacionados a proteínas, sua função, estrutura e síntese; conteúdos já presentes no currículo do ensino médio, e familiar ao professor, até os conceitos de proteômica e sua relação com doenças, em particular, a esquizofrenia e depressão, diante de um contexto problemático que se abordará no projeto e que pode trazer informações atualizadas ao docente. Sendo assim, a intenção dessa revisão de conteúdos no início do material, é oferecer o suporte para o trabalho de orientação do processo de aprendizagem conferido ao professor.

Logo após a revisão, inicia-se a descrição das cinco etapas que compõe o projeto,

- Etapa 1: Seleção do Contexto e Elaboração do Problema.
- Etapa 2: Análise do Contexto Problemático.
- Etapa 3: Resolução dos Problemas formulados.
- Etapa 4: Síntese e Avaliação do Processo.
- Etapa 5: Divulgação dos Resultados.

A Etapa 1 tem início com as orientações gerais para o planejamento da atividade. O professor deve, nesse momento, selecionar quais conceitos e conteúdos básicos serão trabalhados no projeto, e qual será o contexto problemático que ele estará inserido. No caso, o conteúdo básico selecionado para o desenvolvimento do projeto foram as proteínas, conteúdos que estão previstos no currículo de biologia para o ensino médio, e o contexto problemático que vai proporcionar a aplicação destes conteúdos em situações contextualizadas reais, será a proteômica e sua relação com doenças, abordando neste projeto especificamente sua relação com doenças psiquiátricas, a esquizofrenia e depressão.

Ainda na etapa 1 os objetivos do projeto, geral e específicos, são apresentados, para que o professor possa analisar seus propósitos e metas para o processo de aprendizagem. Em seguida, todos os passos para o desenvolvimento da primeira etapa são descritos, como o problema que o professor deve apresentar à turma, o tempo de solução proposto, a organização da turma em grupos; quais conhecimentos prévios os estudantes já devem trazer das aulas de biologia, as instruções caso eles não apresentem esses conhecimentos, além da definição de todo conteúdo que o projeto vai abranger e a bibliografia que pode ser disponibilizada para o processo de investigação das equipes.

Na etapa 2, o contexto problemático, levantado pelo professor no problema inicialmente exposto será analisado. Neste momento, os alunos devem reanalisar o problema e criar questões norteadoras para a investigação e busca da resposta. Para isso, o material traz nesta etapa todas as instruções para a elaboração das questões norteadoras, o papel do professor orientador e do aluno protagonista.

Na etapa 3 são apresentadas as fontes de informações básicas que o professor deve disponibilizar para a turma, seguida por uma lista de proteínas envolvidas na esquizofrenia e depressão que o professor disponibilizará para os alunos, para que usando ferramentas de bioinformática possam explorar de forma mais real a atuação das proteínas nas doenças. A ferramenta indicada para esta análise é o Panther®, que permite a investigação da classificação e função das proteínas consultadas, disponibilizando ao aluno uma visão mais ilustrada e realista da investigação das proteínas em questão. A ferramenta é apresentada no material e está disponível em inglês, porém, é seguida por um tutorial, para que o professor possa auxiliar e orientar o aluno ao longo da pesquisa.

Na etapa seguinte, acontece o compartilhamento das informações obtidas por todos os grupos durante as etapas anteriores, para que todos juntos possam voltar às questões norteadoras, reinterpretá-las, respondê-las e retornar ao problema inicialmente proposto para sua solução. O material do professor apresenta um exemplo de resolução, para que o professor possa orientar a turma nesse processo final.

Ao final da etapa 4, a avaliação do processo deve ser feita, e o professor deve estimular os alunos a classificarem quais foram os novos conhecimentos adquiridos, o que eles já sabiam e retomaram, e o faltou esclarecer que eles gostariam de investigar mais, analisando a eficácia do projeto desenvolvido, e as contribuições do processo para os alunos quanto estudantes e membros da sociedade.

A etapa 5 traz uma proposta de divulgação dos resultados do projeto. Nesta última etapa, o professor deve propor aos alunos uma divulgação dos resultados e conhecimentos

adquiridos no projeto para a comunidade escolar, podendo ser preparada na forma que os alunos mais se identificarem: por um seminário, uma apresentação musical, uma exposição, um teatro, enfim, o importante é tentar compartilhar com os demais alunos e docente como podem ser aplicados os conteúdos da sala de aula em situações reais e cotidianas.

É interessante nessa divulgação tentar explorar um pouco mais os aspectos biológicos das doenças psiquiátricas, que são presentes no dia-a-dia da população, sendo cada vez mais recorrente entre adolescentes e jovens, além do que apresentam pouquíssimas divulgações da abordagem biológica.

Todo o material desenvolvido para o professor é muito explicativo, descreve em detalhes todas as etapas, deixando clara a atuação do professor e do aluno ao decorrer do projeto, ressaltando em todos os momentos a importância do papel ativo do aluno no processo, lembrando as características da ABP.

É importante considerar que, embora todo o roteiro de aplicação e desenvolvimento do projeto esteja previamente determinado no material, o professor pode adequá-lo a sua realidade escolar. Essas possibilidades de adequação e versatilidade em relação a diferentes condições de aplicação são abordadas no material.

O material do aluno disponível no apêndice II, segue a mesma organização do material do professor, apresentando uma breve explicação sobre o método ABP, ressaltando o papel do estudante no desenvolvimento do projeto, seguida pela revisão de todos os conteúdos abordados e pelas cinco etapas que compõe o projeto.

A revisão dos conteúdos no material do aluno é semelhante àquela apresentada no material do professor, e serve como base para suas pesquisas, norteando e introduzindo os alunos dentro dos conteúdos. As cinco etapas que compõe o material também seguem o mesmo escopo utilizado no material dos docentes, porém ela é menos detalhada, já que os estudantes não necessitam de tantas explicações, pois será realizada pelo professor. Além disso, um fluxo menor de textos, e uma organização mais dinâmica e interativa, podem tornar a leitura e a exploração do material mais prazerosa e atrativa ao aluno.

O material do aluno também chama a atenção em vários momentos para a participação ativa de toda a turma, sempre guiados e assegurados pelo professor.

A organização dos materiais do professor e do aluno, com a comparação dos títulos das etapas e os subtítulos que as compõem, está esquematizada no quadro 1.

Quadro 1- Organização do material do professor e do aluno do projeto “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”.

Projeto Fazendo Ciência: Investigando Doenças	
Material do Professor	Material do Aluno
Etapa 1: Seleção do Contexto Problemático e Elaboração do Problema	Etapa 1: Recebendo o Problema e Definindo as equipes
Orientações Gerais	Orientações Gerais
Objetivo Geral e Objetivos Específicos	
A Primeira Etapa	
O Problema	O Problema
Tempo para solução	
Organização dos Grupos	
Conhecimento Prévio	Conhecimento Prévio
Abrangência dos conteúdos	
Bibliografia indicada	
Etapa 2: Análise do Contexto Problemático	Etapa 2: Análise do Contexto Problemático
Explicitar Problemas e questões	Explicitar Problemas e questões
O trabalho do professor orientador	
O trabalho do aluno protagonista	
Etapa 3: Resolução dos Problemas formulados	Etapa 3: Resolução dos Problemas formulados
Fontes de Informação	Fontes de Informação
Apresentando proteínas envolvidas nas doenças estudadas	Proteínas envolvidas nas doenças estudadas
Ferramentas de Bioinformática	Ferramentas de Bioinformática
Reinterpretação do Contexto Problemático e a Planificação de Soluções	Reinterpretação do Contexto Problemático e a Planificação de Soluções
Etapa 4: Síntese e Avaliação do Processo	Etapa 4: Síntese e Avaliação do Processo
Compartilhamento de informações	Compartilhamento de informações
Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto	Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto
Avaliação do processo	Avaliação do processo
Etapa 5: Divulgação dos Resultados	Etapa 5: Divulgação dos Resultados

Fonte: Dados do Projeto do professor e aluno “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”.

6. DISCUSSÃO

Minha experiência pessoal com a docência no ensino médio me permitiu notar o quanto a participação ativa do aluno durante as aulas, na investigação de conteúdos, seja na elaboração de um seminário, ou em uma pesquisa sobre um campo de seu interesse; ou ainda, por questionamentos durante as aulas, podem construir um conhecimento mais sólido, lembrado pelo aluno em situações futuras. Conhecimentos e informações decorados são facilmente esquecidos após as avaliações bimestrais, assim, não construindo de fato um aprendizado significativo, que será levado pelo estudante para sua vida.

Aulas unicamente expositivas e sem estímulo para a participação do estudante contribuem para a formação de conhecimentos superficiais, e pouco colaboram no processo de fazer os alunos perceberem o mundo vivo de forma integrada, como uma complexa rede de associações. Dessa forma, a ABP pode contribuir para estimular a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, revelando-se uma opção válida e eficiente como método de aprendizagem ativa, beneficiando alunos, professores e a sociedade.

Resultados da utilização da ABP são apontados por Moraes e Manzini (2006), que analisaram as concepções dos docentes e discentes sobre a utilização da metodologia no currículo da FAMEMA (Faculdade de Medicina de Marília) e sua relação com a formação médica. Os resultados da análise mostraram ampla aceitação do método, sendo julgado pelos docentes como uma forma de fortalecer as questões humanas, descentralizando o foco das doenças, estimulando a sensibilização pela questão afetiva. Outra característica apontada como positiva, por professores e estudantes foi a habilidade de “aprender a aprender”, de forma continuada, com efeitos para toda a vida, muito relevante para a carreira médica.

Embora a graduação e a educação básica apresentem públicos completamente diferentes, a ABP se mostra eficiente também nessa etapa. Carvalho (2009) realizou em sua dissertação, um estudo sobre os efeitos da ABP no ensino e aprendizagem de ciências, com foco no sistema digestivo, com alunos do 9º ano do ensino fundamental. A análise dos resultados foi feita com base em testes aplicados em uma turma controle, onde foi utilizada uma metodologia expositiva tradicional, e uma turma experimental, onde foi implementada uma metodologia de ensino orientado para a ABP sobre o sistema digestivo e os efeitos do álcool. Os resultados obtidos mostraram que, os alunos da turma experimental alcançaram um nível consideravelmente superior ao alcançado pelos alunos da turma de controle, sendo julgada pelos estudantes como positiva.

Fischer (2010) também documentou a experiência positiva da utilização da metodologia da ABP, aplicada durante o projeto Rondon em 2009 na capacitação de professores e multiplicadores da educação no município de Terra Santa, no Pará. Os pontos mais relevantes levantados durante o projeto foram o trabalho em grupo, julgado valorizado na metodologia, além da afirmação das relações interpessoais e da modificação nos hábitos de estudo dos alunos, sendo extremamente relevante frente a realidade do município, onde o professor é responsável por várias disciplinas e classes multisseriadas. Outros trabalhos trazem os registros da utilização da ABP, como Freitas (2012), Leite e Esteves (2005), Melo (2014), Ribeiro (2005), Santos e Bottechia (2017), Souza (2019), indicando que a metodologia pode ser aplicada em todos os níveis de ensino, da educação básica à pós-graduação.

Neste cenário, os alunos podem ser beneficiados com a utilização desta metodologia, já que aprenderão a construir um conhecimento de forma mais independente do professor. Atualmente, com amplo acesso à internet, pode-se ter inúmeras informações, porém, nem sempre o estudante busca informações úteis que contribuirão para a construção do seu conhecimento. À vista disso, a aplicação dos conceitos que devem ser trabalhados em sala de aula em problemas que remetem à realidade, utilizando situações do cotidiano que despertem o interesse dos alunos e os desafiem a encontrar respostas, o que pode instigar a investigação autônoma e crítica dessas informações, contribuindo diretamente para a construção do conhecimento.

O ganho do aluno com a utilização dessa metodologia não se limita à sua formação estudantil, mas também como cidadão, que no futuro precisará tomar suas próprias decisões, de forma consciente, crítica e autônoma. O trabalho com uma metodologia que tira a visão de professor detentor de todo o conhecimento, e aluno, indivíduo que absorve e recebe passivamente informações, passa a trabalhar a ideia de que o aluno é um indivíduo pensante, capaz de investigar, propor hipóteses, questionar, refletir, criticar e construir conhecimentos, gerando habilidades conceituais, atitudinais e procedimentais.

Essa metodologia trabalhada que leva o aluno a interpretar um problema, levantar hipóteses para sua solução, investigar e testar as hipóteses até encontrar a resolução ideal, propõe o pensamento científico. A proposta de resolução de problemas a partir da utilização do método científico não se limita a questões acadêmicas, pode ser aplicado a qualquer situação cotidiana, pois a ciência está em tudo, e o método científico pode ser usado em todas as situações onde se identifica um problema e é necessário alcançar soluções.

Essa nova proposta de solucionar problemas reflete não apenas no cotidiano da escola, mas também da comunidade em que estão inseridos. A sociedade carece de indivíduos com expressiva habilidade comunicacional, com adequada orientação educacional, detentor de competências sócio emocionais, pessoas com foco, autonomia, responsabilidade e proatividade, qualidades adquiridas ao longo da formação de um indivíduo, que em geral acontece na escola. Assim, a escola tem a missão de formar jovens críticos, capazes de refletir e atuarem em uma sociedade real, buscando valorizar a vida, a cultura, o ambiente, o conhecimento como ferramentas para o crescimento pessoal e coletivo. Adotar metodologias de ensino ativas que tirem o aluno de sua zona de conforto, de um simples sentar, escutar, memorizar, com o intuito de trabalhar e desenvolver conteúdos contribui para que a escola atinja seu princípio de ensinar para a vida.

O professor nesse processo é a peça principal. O ensino não está restrito a apenas transmitir matéria, o ato de ensinar é uma busca e construção constante de saberes, com troca de vivências e experiências entre aluno e professor, onde todos ganham, afinal, todos aprendem. O projeto “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”, foi planejado pensando em trazer esses atributos a todos que desejarem aplicá-lo.

Este projeto é um estímulo para se começar a adotar mais a metodologia ativa e investigativa no processo de ensino, visando tirar o aluno de sua zona de conforto e fazê-lo pensar e atuar em sua aprendizagem. É um primeiro passo para que professores possam adaptar outros conteúdos e continuar trabalhando com esse aspecto de investigação.

Como proposto, a utilização da proteômica como contexto problemático e sua relação com a esquizofrenia e depressão, intenciona, além de trabalhar conceitos básicos, despertar para a conscientização dos aspectos biológicos das doenças psiquiátricas. Doenças sempre chamam muito a atenção dos alunos durante as aulas de biologia, e sempre são protagonistas de perguntas e dúvidas durante as aulas, já que tem uma presença forte na rotina de muitos.

As doenças psiquiátricas, especificamente, vêm ganhando destaque entre os adolescentes, já que está afetando muitos jovens e sendo causa de tragédias familiares que refletem no ambiente escolar. Esses aspectos biológicos são muito pouco conhecidos entre a população em geral, é sempre uma surpresa para os estudantes quando se comenta durante as aulas funções biológicas alteradas em doenças como a depressão. Todos sempre mostram espanto e manifestam o conhecimento apenas de fatores psicológicos ou comportamentais.

Afinal, qual lugar mais adequado para se iniciar uma conscientização se não na escola?! Lugar de formação de pessoas, de futuros cidadão, futuros profissionais, futuros pais,

que deverão levar os conhecimentos à diante. Por isso, há a necessidade de se construir conhecimentos duradouros, que possam ser permanentes e acessados em situações cotidianas futuras. Por isso também, a utilização do método ABP nesse processo, que busca trabalhar conceitos já aplicados em problemas reais.

Nesse sentido, a proteômica é trabalhada como um meio de pesquisa que pode auxiliar no diagnóstico, que é tão subjetivo, e no tratamento dessas doenças. A proteômica parte de saberes já familiares aos alunos, o que traz a eles um novo horizonte de aplicação de um conhecimento já adquirido, proporcionando a compreensão de que os conteúdos trabalhados na escola são utilizados na realidade, e tem sim uma função real na vida de todos.

Além disso, a abordagem da proteômica no projeto aflora a importância da ciência no dia-a-dia, pois, destaca a necessidade de pessoas dedicadas a fazerem ciência para melhorar diretamente a vida da população. O que conduz também ao despertar para questões relevantes como: o que é fazer ciência? O que é o método científico? Quem pode fazer ciência?

Esse despertar para a ciência pode, gradativamente, mudar a visão que um aluno tem da escola, de maneira a excluir, aos poucos, o equívoco da inutilidade de estudar e aprender diversos conteúdos de disciplinas aleatórias, e, assim, começar a compreender o sentido de tudo isso. Quando se aplica um conhecimento, até então julgado inútil em uma situação real, muda-se a percepção de aprendizagem, o que pode alterar até mesmo a visão de mundo, enquanto os processos utilizados para a descoberta de todas as coisas que temos hoje, graças à ciência, começam a ser questionados e estimados.

Se considerarmos as diferentes realidades das escolas no Brasil, e consequentemente, as diferentes realidades dos alunos, os conteúdos aplicados no cotidiano podem ser mais relevantes e interessantes para todos. Muitos alunos que enfrentam problemas em casa, com a família, muitas vezes passam por coisas tão difíceis, que pouco interessa o que se aprende na escola, e de repente, essa relevância e encantamento pelo estudo pode aos poucos ser aumentada e fazer mais sentido quando se vê a aplicação em coisas presentes no dia a dia.

Dessa forma, a escola é muito mais do que um local de aprendizado de conteúdo. As escolas recebem públicos bem diversos, que se estendem de alunos com ótima base familiar e que apresentam grande interesse em aprender, já que pretendem cursar uma universidade, até alunos muito carentes, que enfrentam desde cedo muitas dificuldades familiares, e que muitas vezes nem compreendem muito bem o que é e como se chega a uma universidade, e, portanto não apresentam muita pretensão em relação aos estudos, não por

falta de interesse, mas por parecer muito distante da sua realidade. É nesse sentido que a escola deve trabalhar, para conseguir alcançar todos os alunos, desde o mais bem instruído, cheio de sonhos para o futuro, até o que passa por dificuldades e não se atreve a sonhar. Mostrar aos alunos o que os estudos podem proporcionar a eles no futuro não é fácil, trata-se de um caminho longo, mas que deve ser trilhado. Todos merecem saber que o conhecimento é o caminho mais seguro para se alcançar o que se almeja, e que a educação pode transformar vidas. Trabalhar isso nas escolas é dar oportunidade para que todos possam atingir seus objetivos.

7. CONCLUSÃO

O projeto Fazendo Ciência: Investigando Doenças, produzido nessa dissertação foi elaborado, portanto, a fim de disponibilizar material de apoio para que o professor possa introduzir em suas aulas, metodologias em que o aluno protagonize sua aprendizagem, construindo conhecimentos mais sólidos e eficazes. Além disso, o projeto serve como estímulo para que professores conheçam e adotem a metodologia ABP em outros conteúdos que devem ser trabalhados nas disciplinas, aplicando conceitos em situações rotineiras dos estudantes, instigando-os à investigação e busca por conhecimento. Enfim, o projeto ainda pretende demonstrar a importância e o funcionamento do método científico no ensino médio, bem como, a investigação dos aspectos biológicos das doenças psiquiátricas por meio da análise proteômica.

A metodologia da ABP embora apresente grande eficiência, ainda não é muito explorada e aplicada no ensino médio, o que possibilita numerosos estudos na área, principalmente na disciplina de biologia, com grande aplicabilidade de conteúdos em contextos e problemas relacionados à realidade.

8. REFERÊNCIAS

BARBOSA, E. B. et al. **Proteômica: metodologias e aplicações no estudo de doenças humanas**. Rev Assoc Med Bras, p. 366-375, 2012.

BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A M. **Química Medicinal: As Bases Moleculares da ação dos fármacos**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CABRERA, W. B. **A Ludicidade para o Ensino Médio na Disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. 158 p. Dissertação de Mestrado Área de concentração: Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 276 p. Dissertação de Mestrado em Educação: Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino das Ciências, Universidade do Minho, 2009.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HAN, C. N. **Como Selecionar Conteúdos de Biologia Para o Ensino Médio**. Revista de Educação, Ciências e Matemática. v.1 n.1. 2011.

CASSOLI, J. S. et al. **Disturbed macro-connectivity in schizophrenia linked to oligodendrocyte dysfunction: from structural findings to molecules**. NPJ Schizophrenia, 2015. Publicado online em 11 fev 2014. doi: 10.3389/fnins.2014.00019. Acesso em: 29 de abril de 2019.

CIMA- Coordenadoria de Informação, Monitoramento e Avaliação Educacional. **Censo Escolar Estado de São Paulo- Informe 2014**. Governo Do Estado De São Paulo. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. São Paulo, 2014. Disponível em: < <http://www.educacao.sp.gov.br/cima/consultas/censo-escolar/>>. Acesso em: 16 de maio de 2019.

DSM-5- **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. American Psychiatric Association. 5. ed. Porto Alegre : Artmed, 2014.

FISCHER, H. Z. et al. **ABP: Uma Nova Metodologia de Ensino-Aprendizagem Aplicada no Município de Terra Santa, Pará. PBL 2010**. Congresso Internacional. São Paulo, 2010.

FREITAS, A. M. M. **Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno.** Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, 2012.

HASAN, A. et al. **World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP) Guidelines for Biological Treatment of Schizophrenia, part 1: update 2012 on the acute treatment of schizophrenia and the management of treatment resistance.** World J Biol Psychiatry , p. 318–378, 2012.

HENRIQUES, V.B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. **Editorial convidado: aprendizagem ativa.** Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v. 36, n. 4, p. 01 a 02, 2014.

INEP. **Censo Escolar Da Educação Básica 2016: Notas Estatísticas.** Brasília- DF, Fevereiro de 2017.

KATZUNG, B. G. **Farmacologia Básica & Clínica.** 9 Ed. Editora Guanabara Koogan S.A, 2006.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. **Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio.** Rev Química Nova na Escola, vol. 15, p. 11-18, 2002.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

LAMBERT, M. et al. **Remission in schizophrenia: validity, frequency, predictors, and patients' perspective 5 years later.** Dialogues Clin Neurosci, p. 393-407, 2010.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão.** Boletim das Ciências, vol. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química.** In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteomics as a Tool for Understanding Schizophrenia.** Clinical Psychopharmacology and Neuroscience, Vol. 9. n 3. P 95-101, 2011.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteoma e Depressão.** Ciência Hoje. Edição 332, Volume 54, p. 27-29, 2015.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 4 Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

MELO, R. C. **Estratégias de Ensino e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no Ensino Tecnológico**. Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.5, n.1, 2014.

MORAES, C. S. et al. **Série em Biologia Celular e Molecular: Métodos experimentais no estudo de proteínas**. 1 ed., Vol. 1. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 2013.

MORAES, M. A. A.; MANZINI, E. J. **Concepções sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas: um Estudo de Caso na Famema**. Revista Brasileira de Educação Médica, p. 125- 135, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

OLIVEIRA, D. M. et al. **Proteomas**. Revista Práxis. Ano I, n. 2. p. 55-57, 2009.

OLIVEIRA, B. M; MARTINS DE SOUZA, Daniel. **Análise Proteômica da Esquizofrenia**. Rev. Psiquiatria Clínica. Vol. 40, n 1. p. 16-19, 2013.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da educação, 2000. Disponível em:< <http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2019.

PARIS, J. **The mistreatment of major depressive disorder**. Can J Psychiatry, p. 148–151, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/070674371405900306>>. Acesso em 30 de abril de 2019.

PEDRANCINI, V. D. et al. **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 6, Nº 2, p. 299-309, 2007.

SANACORA, G.; TRECCANI, G.; POPOLI, M. **Towards a glutamate hypothesis of depression: an emerging frontier of neuropsychopharmacology for mood disorders**. Neuropharmacology, p. 63-67, 2012.

SILVA-COSTA et al. **Proteomic Markers for Depression**. In: GUEST, P. O (Ed). Reviews on Biomarker Studies in Psychiatric and Neurodegenerative Disorders. Campinas: Springer, 2019. p. 191-206.

SOUSSAN, G. **Como Ensinar as Ciências Experimentais? Didática e Formação**. Brasília: Unesco, 2004.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 209 p. Tese de Doutorado em Educação. Centro de Educação e Ciências Humanas- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SANTOS, M. L. C.; BOTTECHIA, J. A. A. **O uso da Metodologia ABP no Ensino Médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2017.

SCHMITT, A. et al. **The impact of environmental factors in severe psychiatric disorders**. Frontiers in Neuroscience. v. 8. p. 1–10, 2014.

SOUZA, S. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): Um Método Transdisciplinar de Aprendizagem para o Ensino Educativo**. Saberes para uma Cidadania Planetária. Conferência Internacional, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-320-01042016-143203.pdf>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2019.

STAHL, S. M. **Psicofarmacologia: Bases neurocientíficas e aplicações práticas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

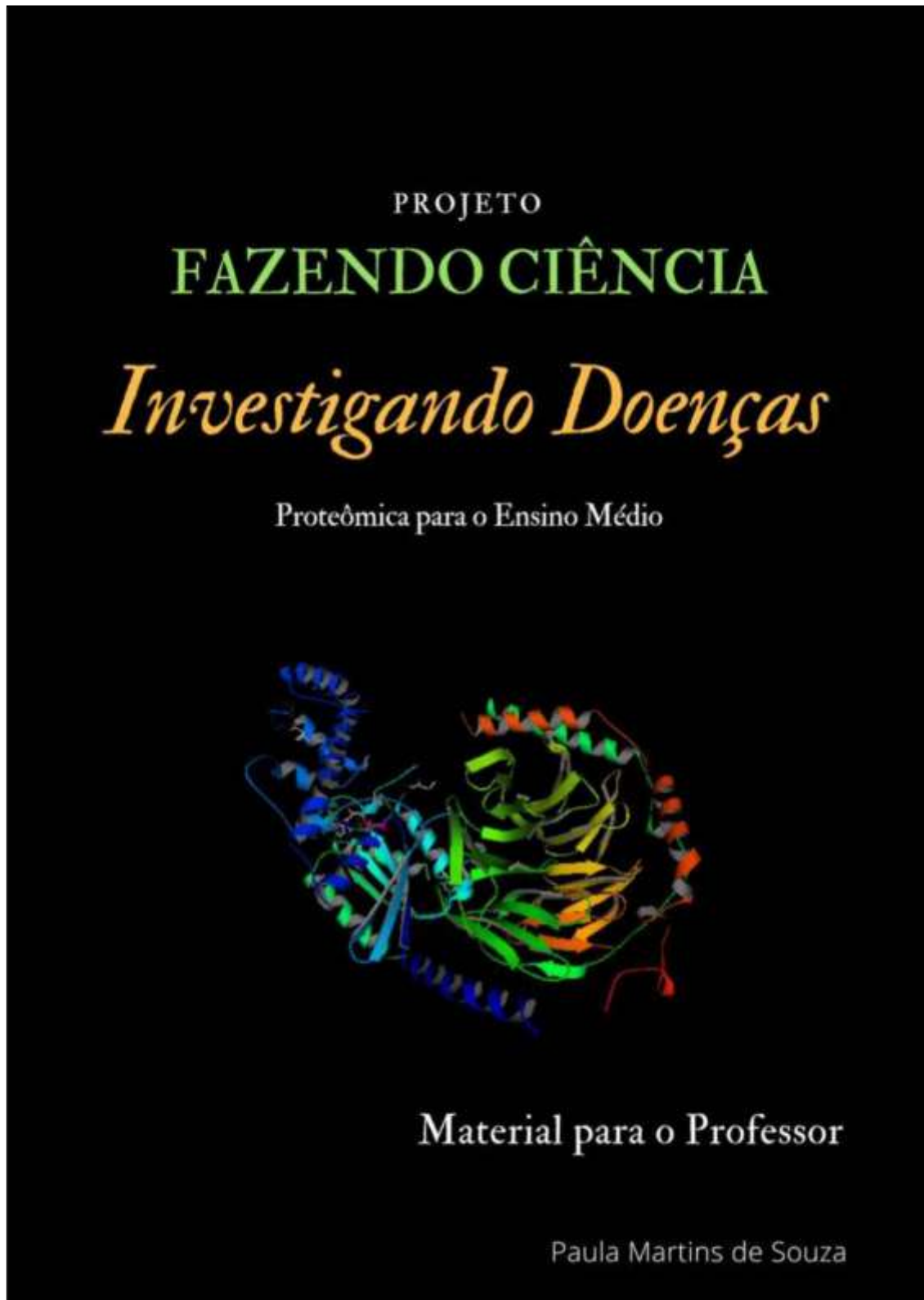
TIBÉRIO, I. F. L.; ATTA, J. A.; LICHTENSTEIN, A. **O aprendizado baseado em problemas- PBL**. Revista Med São Paulo, Seção: Carreira & Educação Médica, vol 82, p. 78-80, 2003.

UFV- Universidade Federal de Viçosa. **Ambiente online de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. 2019. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/abp/>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

WHO. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems.
10 ed, v. 3, WHO Library: Geneva, Switzerland, 2010.

9. APÊNDICES

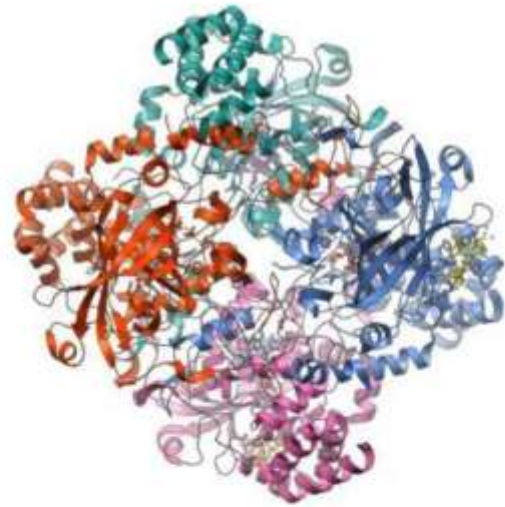
9.1 Apêndice I



PROJETO

Fazendo Ciência: Investigando Doenças

Material do Professor



Paula Martins de Souza

Produto apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, para o Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP. Com orientação do Professor Dr. Daniel Martins de Souza e coorientação da Dra. Valéria de Almeida, para obtenção do título de mestre em Ensino de Biologia.

Campinas- 2019

Apresentação

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes nos seres vivos, desempenham funções estruturais e funcionais, participando de diversos processos biológicos indispensáveis para um organismo. Este é um conteúdo presente no currículo escolar do ensino médio, que permite ao estudante compreender o quão dinâmico os diferentes organismos podem ser.

Considerando sua relevância para a disciplina de biologia, o conteúdo foi selecionado como base para este projeto, elaborado para o ensino médio, que apresenta como contexto problemático a proteômica, ciência que estuda o proteoma, conjunto de proteínas produzidas por um organismo, e sua relação com doenças como esquizofrenia e depressão. Este projeto está fundamentado na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma metodologia centrada no aluno, que protagoniza sua aprendizagem através da interpretação, discussão e resolução de problemas.

O projeto Fazendo Ciência: investigando doenças, é uma proposta de projeto para o Ensino Médio, que visa apresentar aos alunos a aplicabilidade da proteômica, não comumente trabalhada na educação básica. O foco principal do projeto, é trabalhar as vertentes de utilização do proteoma no tratamento de doenças, focando doenças psiquiátricas como esquizofrenia e depressão.

Este material é voltado para o professor, que pode aplicar o projeto para uma turma selecionada, seguindo o mesmo roteiro e trabalhando os mesmos aspectos propostos, ou ainda, abordar outras doenças e outros aspectos da proteômica, seguindo o mesmo escopo apresentado. O projeto acompanha também um roteiro para o aluno.



Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura do aminoácido, com um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, e o grupo R que varia entre os 20 aminoácidos que compõe as proteínas.

Figura 2. Os 20 aminoácidos utilizados para formação da proteína com suas abreviações de três letras.

Figura 3. Representação de ligação peptídica entre aminoácidos, com eliminação de uma molécula de água para formação de proteína. Fonte: HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

Figura 4. Cadeia polipeptídica, destacando as ligações peptídicas entre os aminoácidos. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 5. Esquema da Estrutura das proteínas, evidenciando sua composição e conformação estrutural. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 6. Esquema da atuação das enzimas, sua ligação ao substrato e liberação do produto sem ser consumida durante a reação. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 7. Estrutura dos nucleotídeos do RNA e DNA, evidenciando a alteração da Timina presente no DNA pela Uracila no RNA.

Figura 8. Síntese proteica, do DNA a proteína passando pelas fases de transcrição e tradução. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 9. Tabela do código genético, representando os códons e seus respectivos aminoácidos.

Sumário

A Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)	6
Estrutura e Função das Proteínas	8
O que são Proteínas?	8
Ligações Peptídicas	9
Estrutura das Proteínas	10
Desnaturação das Proteínas	12
Proteínas como catalizadoras de reações químicas: As Enzimas	12
A Síntese Proteica	13
Proteômica	16
As proteínas como Bioindicadores	16
O Proteoma	16
Depressão	19
Bibliografia	21
Etapa 1	23
Seleção do Contexto e Elaboração do Problema	23
Orientações Gerais	23
Objetivo Geral	24
Objetivos específicos	24
A Primeira Etapa	25
O Problema	25
Tempo para Solução	26
Organização dos Grupos	26
Conhecimento Prévio	26
Abrangência de Conteúdos	27
Bibliografia indicada	27
Etapa 2	29
Análise do Contexto Problemático	29
Explicitar problemas e questões	29
O trabalho de orientação do professor	30
O trabalho do aluno protagonista	31
Etapa 3	32
Resolução dos Problemas formulados	32
Fontes de Informação	32
Apresentando Proteínas envolvidas nas doenças estudadas	33
Ferramentas de Bioinformática	35

Reinterpretação do Contexto Problemático e a Planificação de Soluções	38
Etapa 4	39
Síntese e Avaliação do Processo	39
Compartilhamento de Informações	39
Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto	39
Avaliação do processo	42
Etapa 5	44
Divulgação dos Resultados	44
Bibliografia	46



A Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Professor(a), a ABP ou em inglês Problem Based Learning (PBL), é um método educacional centrado no aluno, baseado na solução de problemas, situações relacionadas à realidade, onde os alunos trabalham em pequenos grupos de forma ativa e colaborativa, desde o primeiro contato com o tema, seguido pela discussão das ações, até um consenso final com soluções e medidas adotadas pela equipe, sempre orientada por um professor, que assume a posição de mediador.

Essa estratégia de ensino coloca o aluno não apenas na condição de aprender ciência, mas de aprender a fazer ciência, e de aprender a aprender, de uma forma integrada, contextualizada e ativa, desenvolvendo diversas competências e habilidades para o aluno quanto estudante e cidadão.

O processo de aprendizagem tem início com o trabalho do professor, que deve selecionar os conteúdos e conceitos que pretende lecionar para a turma, e identificar um contexto problemático que permite abordar os conteúdos desejados.

Professor(a), ao adotar essa metodologia, procure selecionar uma situação problema preferencialmente real, que não inclua conclusões, mas que apresente desafios, fundamentado em materiais adequados ao nível do aprendiz, que possa gerar seu interesse quanto aluno, indivíduo e membro da sociedade. Um bom problema deve consistir de descrição neutra de um fenômeno, formulado em termos concretos que necessitam de explicação, conduzindo o aprendiz a um número restrito de temas, ativando conhecimento prévio.

A etapa seguinte compete aos estudantes, que a partir da análise do contexto problemático definido pelo professor, elaboram problemas e questões considerando o que já é familiar a eles, o que nunca ouviram falar e o que gostariam de aprofundar, sendo sempre orientado pelo professor, ocupa o papel de tutor, apenas orientando e conduzindo os estudantes.

Em seguida, os problemas levantados devem ser solucionados. Os estudantes devem planificar resoluções, programar estratégias para as resoluções planificadas, e avaliar a funcionalidade das estratégias e possível solução do problema. É importante durante o processo, fornecer aos estudantes acesso a diferentes tipos de informações que auxiliem na investigação e resolução dos problemas, sendo sempre orientados pelo professor, que deve assegurar que a informação mínima necessária está disponível a turma.

Na etapa final é preciso realizar uma síntese do processo, feita por professor e aluno, verificando se todos os problemas inicialmente formulados foram resolvidos, realizando uma síntese final dos conhecimentos obtidos, ressaltando o que de novo foi aprendido e julgando a eficácia da aprendizagem e contribuição para o desenvolvimento dos alunos enquanto indivíduos, cidadãos e membros da sociedade.

Levando em consideração a abordagem ativa da ABP, e do ensino sólido e duradouro que pode proporcionar ao estudante, este projeto adota esta metodologia de ensino. Os processos da aplicação do projeto estão divididos em cinco etapas, que descrevem e dão suporte ao professor que aplicá-lo.

Precedendo as etapas, este material apresenta uma revisão de todo conteúdo que será abordado, apresentado como uma forma de suporte para seu trabalho de orientação do processo de aprendizagem. A revisão aborda desde o conteúdo de proteínas, sua função, estrutura e síntese, conteúdos previstos no currículo do ensino médio, e que servirão para os estudantes como conhecimento prévio, até a proteômica e sua relação com doenças como esquizofrenia e depressão, contexto problemático abordado no projeto.

Estrutura e Função das Proteínas

O que são Proteínas?

Proteínas são macromoléculas muito abundantes nos organismos, estão presentes em todas as células em grande variedade, desempenhando funções estruturais, compondo, por exemplo, o exoesqueleto dos insetos, as unhas, chifres, pelos, penas, lã dos animais; transporte, como o do oxigênio pela corrente sanguínea; catalizadora, mediando e acelerando diversos processos nos seres vivos; entre outros diversos papéis, indispensáveis para o funcionamento dos organismos vivos.

As Proteínas são formadas por moléculas menores, os aminoácidos. Todas elas, da mais simples a mais complexa são constituídas pelo mesmo conjunto de 20 aminoácidos, que se organizam em diferentes números e sequências, de modo a formar a grande variedade de proteínas existentes.

Todos os 20 aminoácidos são compostos por um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, o carbono α. O que os diferem um do outro são as cadeias laterais, ou grupo R cuja estrutura varia em tamanho, carga elétrica e solubilidade em água (Figura 1).

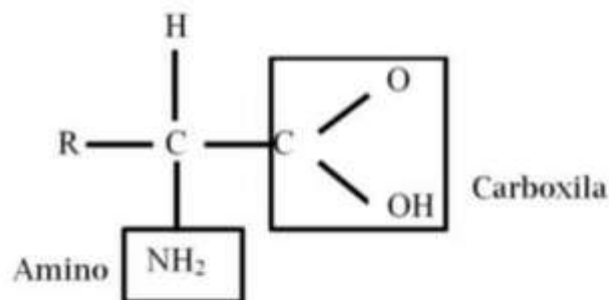


Figura 1. Estrutura do aminoácido, com um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, e o grupo R que varia entre os 20 aminoácidos que compõem as proteínas.

Na figura 2 é possível observar que foram atribuídas aos aminoácidos comuns às proteínas, abreviações de três letras, utilizadas como abreviaturas para identificar

sua composição e sequência de aminoácidos nas proteínas. Dos 20 aminoácidos utilizados na formação das proteínas, 12 são classificados como aminoácidos naturais, já que são produzidos no próprio organismo, os 8 aminoácidos restantes são chamados aminoácidos essenciais, que não podem ser produzidos por animais, portanto devem ser retirados dos alimentos.

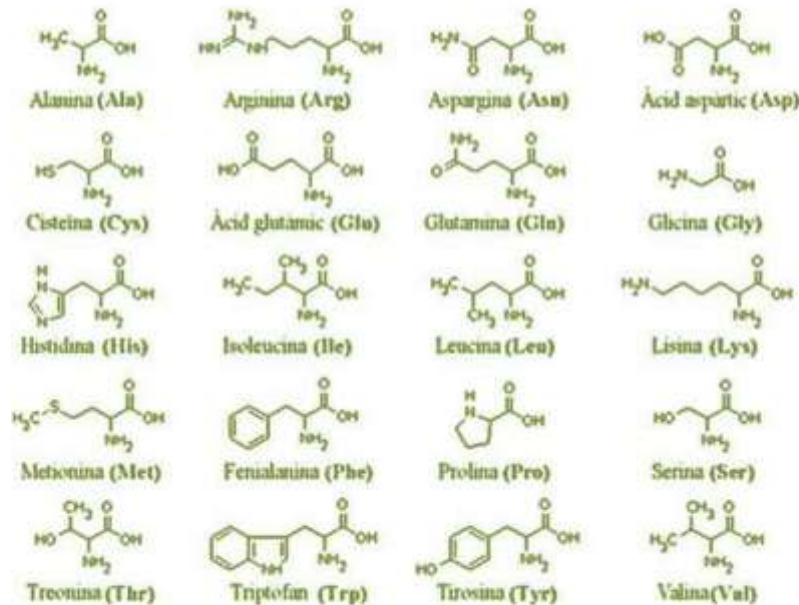


Figura 2. Os 20 aminoácidos utilizados para formação da proteína com suas abreviações de três letras.

Ligações Peptídicas

A união dos aminoácidos representada na figura 3, para a formação da proteína é chamada Ligação Peptídica. Esta ligação ocorre entre o grupo amino de um aminoácido e o carboxila de outro, combinando o grupamento OH de uma molécula e o átomo de H de outra, resultando na liberação de uma molécula de água (H₂O) e a ligação entre dois aminoácidos. Por meio dessas ligações são formadas longas cadeias peptídicas (Figura 4).

O número de aminoácidos que se unem por ligações peptídicas para a formação da proteína, variam de acordo com a molécula, podendo apresentar de dezenas a

milhares de aminoácidos.

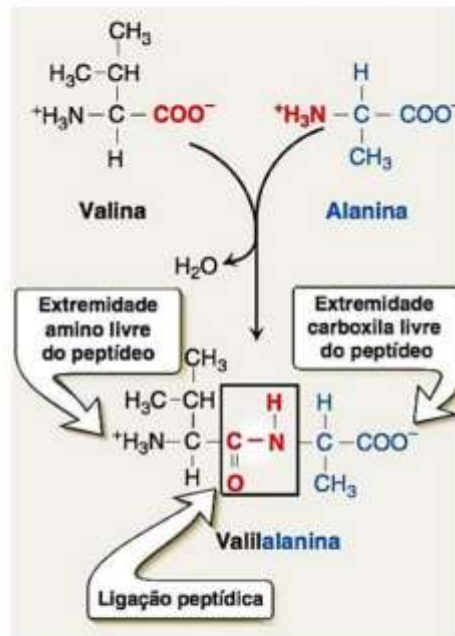


Figura 3. Representação de ligação peptídica entre aminoácidos, com eliminação de uma molécula de água para formação de proteína. Fonte: HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 5 ed, Porto Alegre: Artmed, 2012.

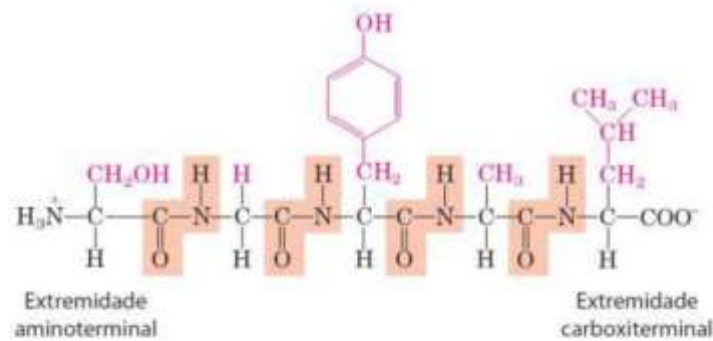


Figura 4. Cadeia polipeptídica, destacando as ligações peptídicas entre os aminoácidos. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed, Porto Alegre: Artmed, 2017.

Estrutura das Proteínas

Imediatamente após a formação da proteína, é possível identificar a sequência

de aminoácidos que compõe o polipeptídeo, esta estrutura inicial é chamada estrutura primária. A estrutura primária é a sequência de aminoácidos que compõem a cadeia polipeptídica, evidenciando a ordem exata dos aminoácidos em uma proteína específica.

Porém, após a formação da proteína, os aminoácidos passam a estabelecer ligações entre si. Dessa forma, o fio fundamental é capaz de se enrolar sobre si mesmo, resultando em um filamento espiralado mantido pelas ligações estáveis entre os aminoácidos, caracterizando a estrutura secundária da proteína.

A estrutura terciária da proteína é resultado do arranjo espacial entre as cadeias polipeptídicas, que assume uma forma tridimensional específica devido ao enovelamento de toda a cadeia polipeptídica. Muitas proteínas são constituídas por mais de uma cadeia polipeptídica. A estrutura quaternária descreve a forma com que as diferentes subunidades se agrupam e se ajustam para formar a estrutura estável e fisiologicamente ativa da molécula.

As características estruturas proteicas podem ser observadas a seguir na figura 5.

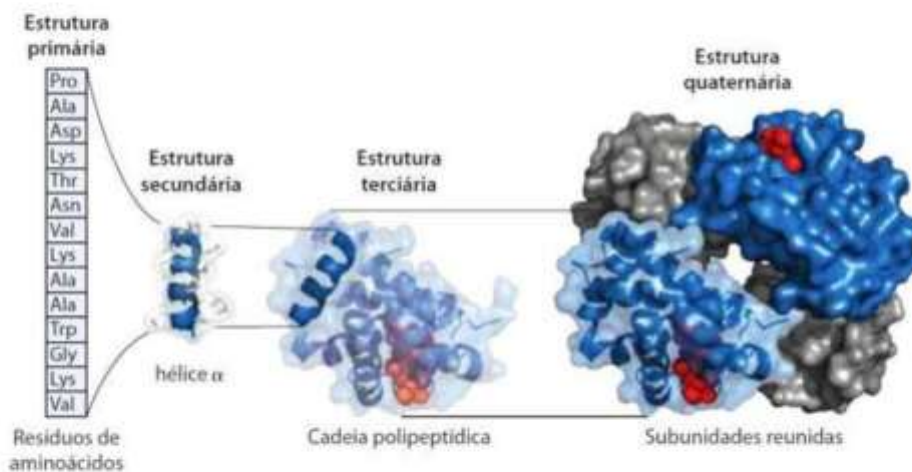


Figura 5. Esquema da Estrutura das proteínas, evidenciando sua composição e conformação estrutural. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Desnaturação das Proteínas

Alguns fatores podem levar a modificação da estrutura tridimensional de uma proteína, com a consequente alteração de suas propriedades e função, esse fenômeno é chamado desnaturação. A desnaturação envolve alterações nas estruturas quaternárias, terciária e secundária da proteína, apenas a estrutura primária não é afetada. Dependendo do agente desnaturante, a proteína pode ou não recuperar suas propriedades e atividade biológica.

Alguns agentes desnaturantes são calor, pH, Efeitos de superfície, detergentes, sais de metais pesados.

Proteínas como catalizadoras de reações químicas: As Enzimas

Algumas proteínas aceleram reações químicas, sem serem consumidas ou participarem como reagentes, estas são denominadas enzimas. As enzimas são moléculas que podem realizar suas funções simplesmente pela ligação a outra molécula, elas realizam transformações químicas que formam ou quebram ligações nas células.

Elas ligam uma ou mais moléculas, chamadas de substratos, e as convertem em um ou mais produtos quimicamente modificados, fazendo isso com grande eficiência (Figura 6).

A presença das enzimas acera reações químicas milhões de vezes ou mais, sem que elas próprias sejam modificadas, sendo assim, elas atuam como catalizadores que possibilitam as células fazerem e desfazerem ligações covalentes de forma controlada. A mediação das enzimas em reações químicas mantém estável um organismo, tornando a vida possível.

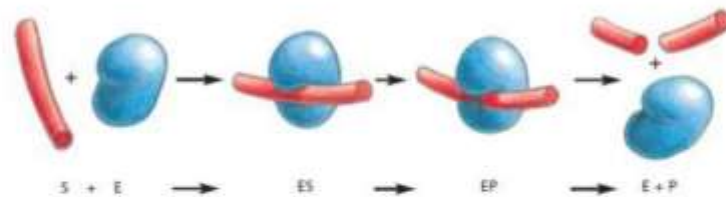


Figura 6. Esquema da atuação das enzimas, sua ligação ao substrato e liberação do produto sem ser consumida durante a reação. Fonte: ALBERTS, B., et al. *Biologia Molecular da célula*, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

As enzimas são específicas para seus substratos, portanto as propriedades funcionais das enzimas dependem da forma de sua molécula. Qualquer fator que a altere pode interferir em suas funções, a temperatura e a acidez são fatores que podem alterar sua estrutura e levar a redução da sua atividade biológica ou ainda a sua desnaturação.

A Síntese Proteica

Participam da produção de proteínas o DNA e três tipos de RNA, o ribossômico, o mensageiro e o transportador. A mensagem para a síntese proteica está armazenada na molécula de DNA, um ácido nucleico, que assim como o RNA é constituído de subunidades chamadas nucleotídeos, formados por fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada, que podem ser Adenina, Timina, Guanina e Citosina no DNA, e Adenina, Uracila (correspondente a Timina), Guanina e Citosina no RNA (Figura 7).

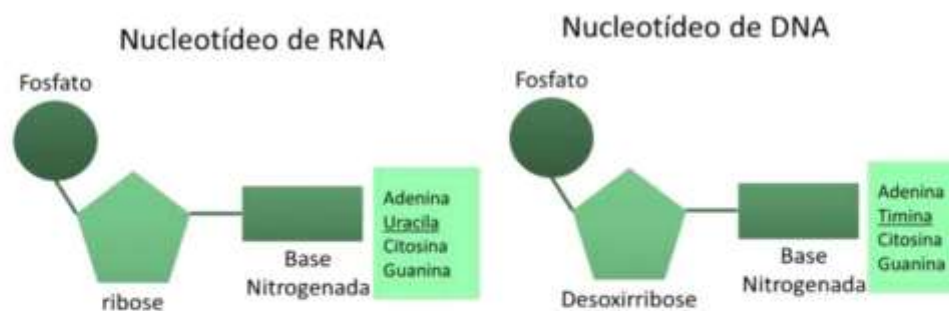


Figura 7. Estrutura dos nucleotídeos do RNA e DNA, evidenciando a alteração da Timina presente no DNA pela Uracila no RNA.

O Pareamento das bases nitrogenadas se dá por meio de ligações de hidrogênio. No DNA Adenina sempre se liga a Timina, enquanto Guanina sempre se liga a Citosina.



O RNA, como não possui Timina, Adenina se liga a Uracila.



Quando a célula requer uma proteína específica, a sequência de nucleotídeos da região apropriada de uma molécula de DNA que está no núcleo da célula, é copiada sob a forma de RNA, que atua diretamente como moldes para promover a síntese da proteína no citoplasma da célula. Dessa forma, o fluxo da informação genética nas células ocorre do DNA para RNA e deste para proteína.

O processo de síntese proteica é dividido em duas etapas, a transcrição e a tradução. Na transcrição ocorre a síntese do RNA mensageiro (RNAm) pelo DNA, onde toda informação é transcrita do código genético do DNA para o RNA. Em uma célula eucariótica, o RNAm produzido destaca-se de seu molde e, após passar por um processo chamado splicing, onde as sequências não codificantes transcritas, denominadas introns, são eliminadas e as codificantes, denominadas éxons, reagrupadas, atravessa a membrana nuclear e se dirige para o citoplasma, onde se dará a síntese proteica.

O processo de tradução gênica consiste em unir aminoácidos de acordo com a sequência de códons do RNA mensageiro. Códon é uma trinca de bases nitrogenadas do RNAm, que tem sua trinca complementar, o anticódon, no RNA transportador correspondente. Como a sequência do RNAm é determinada pelo gene, sequência de bases nitrogenadas do DNA, então a síntese da proteína representa a tradução da informação genética, por isso é chamada de tradução gênica como esquematiza a

figura 8.

Na figura 9 é possível identificar os códons localizados no RNAm, e seu aminoácido específico transportado pelo RNAt.

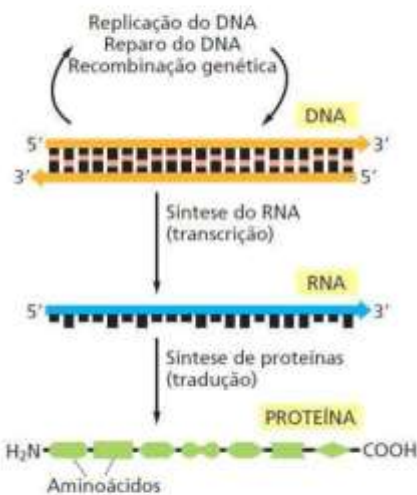


Figura 8. Síntese proteica, do DNA a proteína passando pelas fases de transcrição e tradução. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

		Segunda letra				
		U	C	A	G	
Primeira letra	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Fim UAG } Fim	UGU } Cys UGC } UGA } Fim UGG } Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

Figura 9. Tabela do código genético, representando os códons e seus respectivos aminoácidos.

Proteômica

As proteínas como Bioindicadores

Sabendo que o DNA armazena toda a informação genética de um organismo, e está organizado em genes, e para ser executada é transcrita e traduzida em proteínas, as ferramentas funcionais do organismo, muitos estudos vem focando nesses genes, seus transcritos e produtos proteicos envolvidos em importantes processos celulares, na busca de marcadores moleculares que auxiliem no diagnóstico precoce e tratamento de doenças.

Para o entendimento de mecanismos envolvidos em doenças humanas, podem ser utilizadas técnicas de análise de microarranjos de DNA complementar (cDNA), molécula sintetizada a partir de RNA mensageiro cujos íntrons já tenham sido removidos no splicing, porém, a análise dos transcritos pode ser prejudicada pela sua susceptibilidade a degradação e pela divergência entre sua concentração e a de proteína, ou ainda por atividades pós traducionais, interação entre proteínas, transporte e degradação.

Por tais fatos, é necessário obter informações sobre as diferenças proteicas entre tecidos, ou fluidos corporais normais e alterados. Para identificar e compreender essas diferenças, é preciso conhecer o conjunto de proteínas codificado pelo genoma, denominado proteoma, resultante não apenas da soma dos produtos traduzidos a partir das sequencias genômicas, mas resultantes de processos pós transcricionais e traducionais, além da formação de complexos.

O Proteoma

Proteoma é o conjunto de proteínas produzidas por um organismo, apresenta ação dinâmica, pois, enquanto o genoma é praticamente constante em todas as células, duas células localizadas em regiões distintas de um organismo, que desempenham diferentes funções, não apresentam mesmo proteoma, visto que as

diferenças morfológicas e funcionais entre as células, são resultado do conjunto de proteínas de cada uma. Além disso, as mudanças nos proteomas das células de um indivíduo podem ser resposta a estímulos ambientais, como ação de drogas, stress, doenças, entre outros.

O termo proteômica refere-se ao estudo proteoma, investigando de forma descritiva e quantitativa desde o conjunto de proteínas de uma organela celular até as de um ecossistema, suas variações em populações, mudanças em resposta a um ambiente ou situações decorrentes do desenvolvimento normal ou alterado, e interações com outras proteínas.

A análise do proteoma de uma célula permite identificar não apenas quais proteínas estão presentes, mas também definir as quantidades em que são produzidas. Cada proteína produzida por um organismo possui uma massa específica, que pode ser medida com precisão por um equipamento chamado espectrômetro de massas.

Dessa forma, o proteoma, pode evidenciar possíveis alterações do desenvolvimento normal de um organismo, pois, se considerarmos que a massa se altera no processo patogênico, é possível identificar quais proteínas apresentaram suas quantidades alteradas, auxiliando na compreensão das bases moleculares do problema, ajudando a diagnosticar precocemente se a pessoa está doente, qual a doença ou se o tratamento está funcionando.

Esquizofrenia

A esquizofrenia é uma desordem mental crônica, que afeta até 1% da população mundial, causada pela interação de fatores ambientais e predisposição genética.

Os sintomas da esquizofrenia são classificados em negativos e positivos. Os sintomas negativos como retraimento emocional e social, redução do sentimento de prazer, da motivação e persistência em realizar atividades diárias, uso de poucas palavras limitando a comunicação, são considerados uma redução das funções normais e interação emocional e social do paciente. Os sintomas positivos, alvo dos

tratamentos com antipsicóticos, são caracterizados por delírios e alucinações, além de distorções na comunicação e discurso desorganizado.

A perda da vontade de realizar suas atividades é em parte por não sentir prazer em realizá-las e parte por apresentar dificuldades em relação a memória ou organização para coisas corriqueiras. Há também, uma grande dificuldade em expressar sentimentos e emoções, o que traz grande angústia a pessoa esquizofrênica, que comporta-se como se estivesse alheia à vida ao seu redor.

Durante os delírios e alucinações, o indivíduo passa a acreditar que a realidade se apresenta de maneira diferente, onde acontecimentos que em suas ideias e pensamentos parecem reais podem não estar acontecendo verdadeiramente. Os pensamentos ficam confusos, e trazem a sensação de que podem ser lidos e controlados por outra pessoa, ao externar estes pensamentos, aparenta dizer coisas sem sentido.

Algumas regiões cerebrais mostram-se mais fortemente ligadas a doença, como o córtex pré-frontal, responsável por certos tipos de memória, determinação de certo e errado e expressão da personalidade; o tálamo, envolvido em sistemas auditivos, gustativos e visuais; o córtex cingulado anterior, envolvido em funções cognitivas e autônomas; o lobo temporal, com funções de processamento auditivo e visual e transmissão de memória e a área de Wernicke, porção do córtex ligada a fala, linguagem e comunicação.

Estas regiões estão sendo estudadas por análise proteômica para uma melhor compreensão da doença. Resultados apontam que em esquizofrênicos há uma expressão diferencial de proteínas do citoesqueleto, o que pode acarretar alterações em processos de estrutura celular e comunicação sináptica; alteração na expressão de proteínas ligadas ao cálcio, podendo comprometer a função de receptores de dopamina; divergência em proteínas relacionadas a oligodendrócitos, sugerindo processos degenerativos e alteração em proteínas relacionadas ao metabolismo energético.

Não existe um exame laboratorial que seja capaz de identificar a esquizofrenia, o diagnóstico depende inteiramente do julgamento clínico médico, através de uma

entrevista psiquiátrica com o paciente e seus familiares, procurando identificar os sintomas específicos da doença. Os sintomas da esquizofrenia podem ser facilmente confundidos com o de outras doenças mentais, como transtorno depressivo ou bipolar, dificultando e retardando o tratamento adequado.

É fundamental assegurar que o paciente faça o tratamento. Muitos pacientes abandonam o tratamento devido às ideias de perseguição, falta de consciência sobre a doença e ao desconforto com os efeitos colaterais das medicações. O tratamento medicamentoso da doença tem como objetivo proporcionar uma melhor qualidade de vida para o paciente, diminuindo a frequência e a gravidade das crises psicóticas, aliviando os sintomas gerais.

O tratamento psicossocial também é muito importante, já que as medicações tem impacto limitado no funcionamento social do indivíduo, e uma vez estabilizado e apresentando melhora, será necessário ajuda para lidar com as mudanças e reintrodução social nas atividades cotidianas. As intervenções devem oferecer informação, apoio e terapia, sendo indicado de acordo com a fase da doença, do paciente e de sua condição familiar.

Depressão

A depressão é um transtorno mental que afeta cerca de 4,4% da população mundial segundo a Organização mundial da saúde, e é caracterizada por sintomas como desânimo, baixa autoestima, perda do sono, apetite, dificuldade para concentração, além de múltiplas queixas físicas sem nenhuma causa aparente. A doença pode ser de longa duração ou recorrente, prejudicando a funcionalidade de pessoas depressivas no trabalho ou na escola, assim como a capacidade de lidar com a vida cotidiana, em seu estado mais grave, a depressão pode levar ao suicídio.

A depressão ainda é pouco conhecida em relação a suas bases moleculares. Dentre as hipóteses de sua fisiopatologia, destaca-se a hipofunção de neurotransmissores que costumam atuar em conjunto (a noradrenalina, a dopamina e a serotonina), sugerindo uma disfunção em diversos circuitos cerebrais no sistema de

neurotransmissão, o que leva a quase totalidade dos antidepressivos atuarem aumentando os níveis de tais neurotransmissores.

A análise das proteínas de pacientes doentes identificou uma menor taxa de ATP, molécula armazenadora de energia, do que pessoas saudáveis. Além disso, a quantidade de proteínas responsáveis pela comunicação entre neurônios, células nervosas é alterada, tornando as sinapses menos eficientes. Processos inflamatórios também não são controlados adequadamente por depressivos, o que contribui para stress físico ou mental, que é responsável juntamente com fator hereditário de desencadear a doença.

Embora as características mais comuns da depressão sejam os sentimentos de tristeza, desânimo e vazio, a perda da capacidade de ter prazer nas atividades diárias e a redução do interesse pelo ambiente são muito comuns, e associa-se a sensação de fadiga e falta de energia, caracterizada pela queixa de cansaço exagerado. No diagnóstico da doença, são levados em conta os sintomas psíquicos, fisiológicos e evidências comportamentais.

O tratamento antidepressivo, em geral, atua como um importante alívio da maioria dos sintomas, por vezes é útil e necessário combinar a medicação antidepressiva com medicamentos específicos para a ansiedade que com muita frequência acompanha a depressão. Os medicamentos especificamente antidepressivos agem no cérebro, corrigindo a transmissão neuroquímica em áreas do sistema nervoso.

A psicoterapia também é fator indispensável no tratamento de pessoas depressivas, sendo em alguns tipos de depressão suficientes para melhora do paciente, em casos mais graves são indicados em conjunto com a medicação. Os tratamentos falados são uma forma de compreender melhor as causas da depressão e de ajudar o paciente a lidar com ela, como a terapia cognitivo-comportamental, que utiliza diversas abordagens para alterar a forma como a pessoa responde a acontecimentos, escolhe comportamentos, enfrenta os pensamentos e emoções, trabalhando no bem estar próprio.

Bibliografia



ABRE. **Associação Brasileira de familiares, amigos e portadores de esquizofrenia**. Disponível em: < <http://site.abrebrasil.org.br/>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2019.

ALBERTS, B., et al. **Biologia Molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BARBOSA, E. B. et al. **Proteômica: metodologias e aplicações no estudo de doenças humanas**. Rev Assoc Med Bras, p. 366-375, 2012.

BRANDÃO-TELES, C. **Empregando a proteômica para compreender os mecanismos de ação dos antipsicóticos em oligodendrócitos humanos**. Dissertação de Mestrado em Biologia Funcional e Molecular. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, 2018.

CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 276 p. Dissertação de Mestrado em Educação: Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino das Ciências, Universidade do Minho, 2009.

HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão**. Boletim das Ciências, vol. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteomics as a Tool for Understanding Schizophrenia**. Clinical Psychopharmacology and Neuroscience, Vol. 9, n 3. P 95-101, 2011.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteoma e Depressão**. Ciência Hoje. Edição 332, Volume 54, p. 27-29, 2015.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

OLIVEIRA, D. M. et al. **Proteomas**. Revista Práxis. Ano I, n. 2. p. 55-57, 2009.

OLIVEIRA, B. M.; MARTINS DE SOUZA, D. **Análise Proteômica da Esquizofrenia**. Rev. Psiquiatria Clínica. Vol. 40, n 1. p. 16-19, 2013.

PORTO, J. A. D. **Conceito e diagnóstico- Depressão**. Revista Brasileira de Psiquiatria, v. 21. Maio, 1999. XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2017.

STAHL, S. M. **Psicofarmacologia: Bases neurocientíficas e aplicações práticas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

UFV- Universidade Federal de Viçosa. **Ambiente online de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. 2019. Disponível em: < <https://www2.cead.ufv.br/abp/>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

ZUCCOLI, G. S. **Caracterização do Proteoma Mitocondrial e Nuclear de Células Neurais Derivadas de IPSCs de Pacientes com Esquizofrenia**. Dissertação de Mestrado em Biologia Funcional e Molecular. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, 2018.

Etapa 1

Seleção do Contexto e Elaboração do Problema

Orientações Gerais

Professor, ao iniciar o projeto é preciso definir quais conteúdos e conceitos pretende-se abordar. Este projeto é voltado para alunos do ensino médio, você pode aplicá-lo durante suas aulas na disciplina de biologia em qualquer uma das três séries, ou pode ofertá-lo como um projeto extracurricular, envolvendo alunos de todas as séries interessados em participar, já que serão introduzidos novos conceitos não comumente trabalhados em sala de aula, com o intuito de aplicar em situações reais e cotidianas os conhecimentos da área de bioquímica.

Utilizaremos como conteúdo básico para o desenvolvimento do projeto, as proteínas. Todo conceito já trabalhado na disciplina de biologia sobre a estrutura e função destas moléculas, sua síntese e relação com a molécula de DNA, será utilizado pelos alunos como conhecimento prévio. Esta será a base para a introdução de novos conceitos sobre a proteômica e sua importância em pesquisas na área da saúde, levantando questões sobre sua importância para os avanços em diagnóstico e tratamento de doenças, abordando neste momento a esquizofrenia e depressão, mas deixando espaço para análise de qualquer outra patologia a partir da observação do proteoma.

A partir desta ideia a proteômica e sua aplicação na investigação de doenças, será nosso contexto problemático, e o problema será elaborado a partir destes conceitos. É importante que o problema inicial desperte o interesse do aluno, ele deve apresentar desafios, mas sem chegar a conclusões. O problema deve guiar o aluno a pesquisar e analisar os conteúdos que você quer abordar, neste caso a função e importância da proteômica na investigação das doenças.

Lembre-se que este projeto é fundamentado em uma metodologia ativa, o aluno

será protagonista de toda a aprendizagem, você professor(a) será responsável por orientá-lo e guiá-lo pelos caminhos que deve percorrer. O estudante ao participar deste projeto deve aprender a aprender, sendo conduzido ao papel de fazer ciência e investigar todos os aspectos, conteúdos e conceitos que compõe o problema apresentado.

Para a aplicação deste projeto, o aluno deverá ter acesso à internet, para auxiliá-lo em pesquisas e análises guiadas por você. Todo conteúdo teórico abordado, está revisado no início deste material, para que você possa fornecer todo suporte que seu aluno demandar.

Objetivo Geral

Introduzir aos estudantes os conceitos de proteoma e proteômica e seu papel no diagnóstico e tratamento de doenças, reafirmando os conceitos já trabalhados na disciplina de biologia sobre proteínas e suas funções.

Objetivos específicos

- Estimular o protagonismo do aluno, visando um conhecimento sólido e duradouro que possa contribuir para sua formação pessoal e cidadã.
- Ampliar o conhecimento do aluno quanto indivíduo, despertando a aplicação de conhecimentos adquiridos em sala de aula em situações do cotidiano.
- Mostrar aos alunos que a ciência está em tudo, e que o método científico é utilizado por nós diariamente.
- Introduzir os conceitos de proteoma e proteômica no ensino médio, de forma complementar aos conceitos já aprendidos de proteínas.
- Reconhecer o papel e a importância das proteínas nos organismos vivos e a relevância da proteômica para estudos na área da saúde.



- ➔ Compreender a utilização da proteômica no estudo de doenças.
- ➔ Discutir os aspectos biológicos de doenças psiquiátricas.
- ➔ Conhecer o diagnóstico, sintomas e tratamento da esquizofrenia e depressão.

A Primeira Etapa

Esta primeira etapa compete à apresentação do contexto problemático, onde vamos introduzir ao aluno na forma de problema todos os conceitos previamente selecionados, como já descritos nas orientações.

É importante que o problema aborde todos os conteúdos e conceitos que se pretende trabalhar, despertando interesse e desafio ao aluno, que deve ser considerado quanto estudante, indivíduo e membro da sociedade.

Você professor(a), no primeiro encontro deve explicar ao seu aluno como funciona e quais os princípios abordados pela metodologia deste projeto, para que a turma se familiarize com os processos que serão adotados. Deixe claro que eles, sob sua orientação traçarão todo trajeto de aprendizagem, tomando a frente para análise e interpretação dos problemas.

Apresente à turma o problema, e forneça a eles todo material e orientação necessária para subsidiar seu trabalho. Em seguida, deixe que iniciem as pesquisas e tracem planos para resolução.

O Problema

Ana e José são pacientes com esquizofrenia e depressão respectivamente. Os dois já se consultaram com vários médicos, receberam diferentes diagnósticos e passaram por vários tratamentos diferentes. Sabendo que a proteômica estuda o conjunto de proteínas de um indivíduo, de que forma esta ciência pode ajudar nos diagnósticos e tratamentos de Ana e José?

Tempo para Solução



Professor(a), o tempo de duração do projeto pode variar segundo a disponibilidade de horários que a sua escola lhe proporcionar. É interessante que você disponha de pelo menos cinco encontros em dias diferentes para o cumprimento das etapas, com duração ao menos de duas horas aulas, ou quanto for possível ou necessário para a sua turma.

Organização dos Grupos

Após apresentar o problema, organize a turma a fim de que trabalhem em grupos, otimizando as discussões e análises. Você juntamente com os alunos, pode desmembrar o problema em pequenas questões norteadoras, que guiarão o trabalho dos grupos.

Se você optou por aplicar este projeto de forma extracurricular, mesclando alunos que manifestaram interesse em participar, pode organizá-los em dois grupos, onde um partirá da pesquisa em torno do contexto da esquizofrenia e outro da depressão. Caso esteja aplicando em sala de aula, com grande número de alunos, divida-os conforme ache conveniente, desmembrando o problema em pequenas questões norteadoras.

Conhecimento Prévio

Para início da interpretação do problema, é necessário que o aluno traga como bagagem das aulas de biologia, o conhecimento prévio sobre proteínas. O que são, qual a constituição da molécula, quais são suas funções e localização nos organismos vivos, como é formada, e principalmente, qual sua relação com o DNA e o genoma.

Se o aluno não portar este conhecimento, será um bom ponto de partida para suas pesquisas, utilize este primeiro encontro para que todos adquiram ou relembre

estes conceitos, eles serão fundamentais para as próximas etapas.

Você professor(a), deve fornecer ao seu aluno meios para que ele possa buscar informação. Deixe o laboratório de informática, biblioteca e laboratórios de ciências da sua escola a disposição e recomende a turma as referências indicadas no final deste capítulo.

Abrangência de Conteúdos

Durante esta etapa, é importante que os alunos tenham compreendido qual o objetivo do projeto, como será o seu desenvolvimento e qual será o seu papel. É importante que todos se sintam instigados pelo tema e pelo problema proposto, para que em grupos possam começar a trabalhar.

Ao longo do projeto todos os temas seguintes deverão ser reconhecidos pela turma:

- ☒ O que são proteínas.
- ☒ Funções nos organismos vivos.
- ☒ Sua relação com o DNA e genoma.
- ☒ Processo de Síntese Proteica.
- ☒ O que é o proteoma.
- ☒ O que a proteômica estuda e quais suas aplicações.
- ☒ O que é esquizofrenia e depressão.
- ☒ Quais os sintomas, diagnóstico e tratamentos utilizados.
- ☒ De que forma a proteômica pode auxiliar na busca por um diagnóstico e tratamento mais eficientes nestas e em outras doenças.

Bibliografia indicada

- ➔ Material de apoio disponível no material do professor e aluno.

- ➔ Biblioteca Digital de Ciências Unicamp. Disponível no endereço eletrônico: <<https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/index.php>>.
- ➔ Plataforma “Panther- Sistema de Classificação” para análise de proteínas, disponível em: <<http://www.pantherdb.org>>.
- ➔ Materiais disponíveis na Biblioteca da escola.
- ➔ Pesquisas no laboratório de informática.

Etapa 2

Análise do Contexto Problemático

Explicitar problemas e questões

Esta segunda etapa, compete ao trabalho dos estudantes. Neste momento, os alunos vão reanalisar o problema e criar questões norteadoras para investigação, considerando o que já é familiar a eles, e quais conceitos são novos. Todo o processo deve ser acompanhado pelo professor, que vai auxiliar no processo de seleção das questões elaboradas.

A partir do problema apresentado pelo professor(a) pode-se levantar questões como:



O que é a proteômica?

Como o estudo das proteínas pode auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças?

Qual a função e atuação das proteínas em um organismo? De que forma elas podem indicar doenças?

Quais as características de tais doenças? Como são comumente diagnosticadas e tratadas?

O que é esquizofrenia? E a depressão?

Sabemos quais proteínas estão envolvidas nas doenças em questão?

Existem pesquisas hoje que partem deste princípio?

O trabalho de orientação do professor

Professor(a), sua função nesta etapa é garantir que as questões levantadas pelos alunos sejam relevantes. A escolha e levantamento das questões deve ser realizada exclusivamente pelos alunos, classificando-as segundo o que já é familiar, o que nunca ouviram falar, o que acharam mais interessante e gostariam de aprofundar, organizando tudo em um quadro ou tabela, como o exemplo a seguir:

<i>Conceitos Familiares</i>	<i>Desconhecido</i>	<i>Temas interessantes para aprofundar</i>
✓ O que são proteínas?	O que é a proteômica?	★ Como o estudo das proteínas pode auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças?
✓ Quais funções desempenham no organismo?	O que é esquizofrenia? E a depressão?	★ Existem pesquisas hoje que partem deste princípio?
✓ Como essas moléculas são sintetizadas?	De que forma as proteínas podem indicar doenças?	
	Quais as características de tais doenças?	
	Como são comumente diagnosticadas e tratadas?	

Embora a elaboração e classificação das questões seja trabalho dos alunos, você professor(a) deverá promover a seleção das questões e organização do trabalho, indicando a sobreposição entre questões levantadas, discutindo a cronologia e relação hierárquica entre os enunciados, definindo a ordem com que deverão ser trabalhados.

Lembrando que os alunos trabalharão em grupos já definidos na *etapa 1*, é interessante distribuir os temas de questões para análise entre os diferentes grupos, de forma a otimizar a pesquisa, diminuindo o fluxo de análises realizadas. Se você professor(a) optou por oferecer este projeto de forma extracurricular, envolvendo

professor(a) optou por oferecer este projeto de forma extracurricular, envolvendo alunos das três séries do ensino médio, e possui uma quantidade reduzida de alunos, pode organizá-los de forma que um grupo trabalhe com a Esquizofrenia e outro com a depressão. Se você está aplicando este projeto durante a disciplina de biologia, e conta com grande quantidade de alunos, organize-os e distribua os conteúdos da forma mais adequada para sua turma.

Não se preocupe, mesmo que os grupos trabalhem com temas diferentes, ninguém terá déficit de conteúdo, pois nas etapas finais haverá compartilhamento de todas as informações adquiridas, para resolução das questões.

O trabalho do aluno protagonista

Toda esta etapa é baseada basicamente no trabalho do aluno. Os princípios da aprendizagem baseada em problemas asseguram que o aluno guie sua própria aprendizagem, traçando metas e estratégias para alcançar os objetivos propostos.

Dessa forma, é importante que os estudantes analisem o contexto problemático, explicitem os problemas e questões norteadoras, julguem quais conteúdos eles realmente sabem do que se trata, quais são novos, quais os interessam mais, e, portanto vão dedicar mais atenção, de que forma as informações que vão buscar podem ajudá-los na resolução dos problemas, como vão se organizar quanto grupo para uma análise mais eficiente e efetiva, enfim, como vão esquematizar todo o processo de análise e resolução do problema.

Professor(a), todos estes processos trarão aos seus alunos uma experiência nova e muito vantajosa, já que trabalhará habilidades e atitudes positivas, como comunicação oral, escrita, trabalho em grupo, habilidades comunicativas, sociais e desenvolvimento do senso crítico. Portanto, deixe-os tomar a frente nas decisões, esteja sempre os orientando e guiando para que sigam no caminho certo, mas incentive-os a trabalhar com seriedade e comprometimento, pois essas experiências contribuirão em muitos aspectos para sua formação como cidadão.

Etapa 3

Resolução dos Problemas formulados



Fontes de Informação

Agora com todos devidamente organizados, com as questões norteadoras elaboradas e distribuídas entre os grupos, é hora de trabalhar na resolução dos problemas formulados e selecionados.

Neste momento, as estratégias traçadas na etapa anterior para atingir as metas devem ser postas em prática. A partir das questões norteadoras, os alunos devem acessar fontes de informação disponíveis para obtenção das respostas. O laboratório de informática e biblioteca devem estar disponíveis para que possam encontrar todos os dados necessários.

Considerando que os conteúdos relacionados à proteômica e pesquisas com o proteoma que vão ser explorados neste momento, não estão presentes nos livros didáticos do ensino médio, a internet será a principal ferramenta de pesquisa utilizada. Os alunos podem se sentir a vontade para obter informações também em revistas, jornais, ou até mesmo com entidades da saúde pública por meio de uma entrevista ou contato por e-mail.

É nesta etapa que os novos conceitos serão confrontados com os

conhecimentos prévios adquiridos nas aulas de biologia, é agora que os estudantes vão ter contato com novos termos e conceitos, que vão descobrir um universo de funções e aplicações dos conteúdos aprendidos sobre proteínas, colocando-o em um contexto, entrando em contato com uma nova ciência, com um leque de aplicações.

Durante este processo, você professor(a) deve ser orientador(a) do trabalho do aluno, deixando ele tomar as decisões e por em prática as estratégias já definidas, mas assegurando que a informação mínima necessária esteja disponível. Nesta etapa, ele está fazendo ciência, e utilizando o método científico para resolução dos problemas, pois,



Apresentando Proteínas envolvidas nas doenças estudadas

Após a fase inicial de investigação, onde a turma já se deparou com os novos conceitos e aplicações, e está explorando este novo universo, para que a pesquisa fique mais dinâmica e os alunos possam ter um contato mais real com a análise de proteínas e sua atuação nas doenças que estão investigando, você professor(a) fornecerá neste momento duas listas de proteínas envolvidas nas vias moleculares da esquizofrenia e depressão.

Estas proteínas serão analisadas em uma ferramenta de bioinformática apresentada por você. É importante que eles entendam a função da plataforma, e todas as informações que podem obter nela, para que entendam melhor o mecanismo de análise da proteômica, e possam investigar as relações proteicas como verdadeiros cientistas.

Esquizofrenia

P31946	P30838
P62258	P00352
Q04917	P05091
P61981	P04075
P63104	P09972
P27348	P01011
P48426	P02511
P09543	P06733
O95861	Q16352
G5E9S2	P54920
P46783	P37840
P62701	P49418
P10809	Q01484
P05387	P04083
P26373	P08758
P84098	P20073
P62888	P02647
O95336	P02649
Q9NYB9	P14868
P24752	Q5VUB5
Q9BWD1	P06576
P05386	P25705
Q99798	P36542
P02568	O75947
P03996	Q4G1C1
P04270	P36543
P02570	Q93050
P60709	O00571
P63261	P17677
P02571	Q9H4G0
O43707	P25098
Q562P0	Q6ZP65
P61158	P30043
Q92747	HSPA5
P61160	P80723
O15143	Q9UQB8
Q12979	Q9HCU9
Q10567	Q16143
P63010	Q86YS7
Q96CW1	Q08209
Q5JWF2	Q13554
P00568	Q4G1A8
Q01518	Q8WU40
P40123	P06703
P84077	P62158
P84085	Q8NCB2
P62330	P00915
Q8N6T3	P00918
P16112	P16152
O43572	O75828

Depressão

P68363	P35241
P02768	P51153
P06576	Q86VW0
Q14194	Q6ZU15
P04075	Q96NL6
P15104	Q56A73
P62873	Q07955
P40926	P31948
Q9UI15	Q8N4U5
P30626	P30048
P55809	P61586
P35030	P02766
P21281	Q9BRZ2
Q16555	P09936
O94973	Q8WVN8
Q9Y2J2	Q99832
P21550	Q9NPJ3
P13637	P14621
P61266	P49418
P31947	P02649
P27348	P56385
P39023	O75964
P00568	Q9NZ45
Q08043	P01034
P50747	P04080
O75363	P0C7P4
P00918	P99999
P16870	P14406
P07339	P13073
O75390	P10606
Q6PK04	Q14195
O75367	O15540
P17661	P05413
P60981	Q9H0Q3
Q96JH7	P60520
P04843	O76070
Q6ZMW3	P49773
Q9UK22	P62805
Q08380	Q9H492
Q06210	P56556
Q9NR31	Q9P0J0
Q9UBI6	O43678
O60814	O43920
O95678	P17677
P01033	P35080
Q96EZ8	P07737
P05023	P08134
Q14005	P52758
P25789	Q04837
Q9H9S3	P60880

Ferramentas de Bioinformática

Para que os estudantes possam ter um contato mais dinâmico com a função e atuação das proteínas nas doenças que estão estudando, apresente a eles a página da internet voltada para classificação e análise de proteínas, disponível em: <<http://www.pantherdb.org>>.

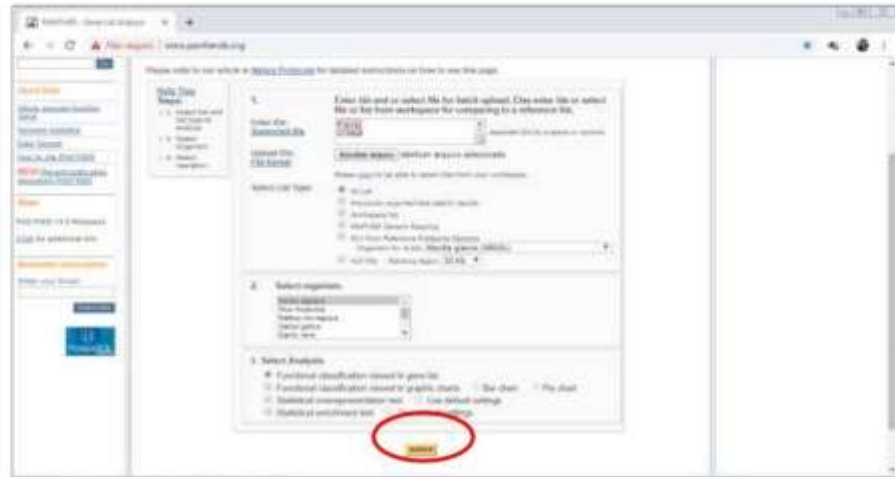
Ao acessar a página, você verá a seguinte tela:



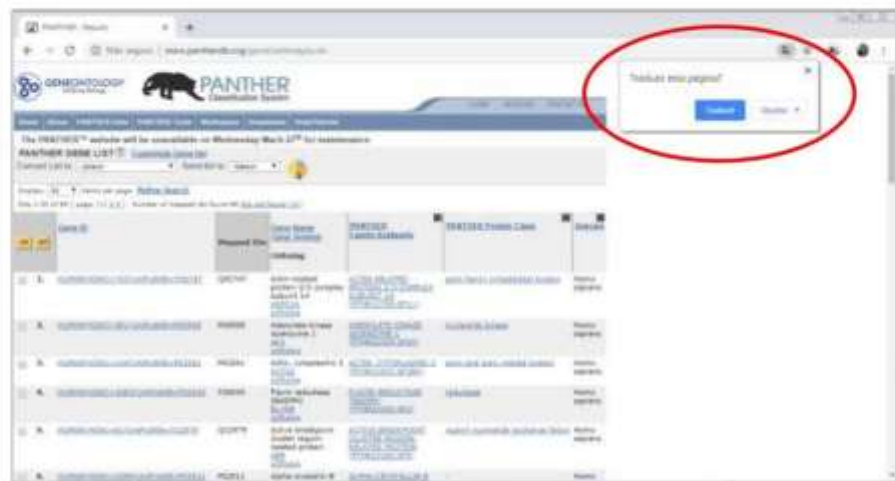
No espaço destacado na imagem seguinte, cole todas as proteínas que deseja analisar. Utilize a lista disponibilizada, e consulte as proteínas relacionadas às doenças (em processos separados para esquizofrenia e depressão).



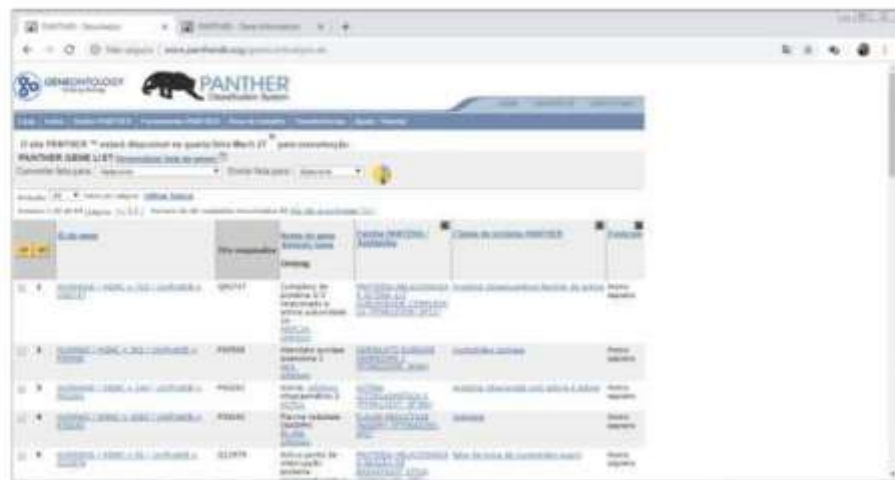
Em seguida, clique em “submit”, para submeter a lista à análise.



Para facilitar o trabalho do aluno, é possível optar por traduzir a página.



Nesta página, é possível observar a classificação e função de cada proteína consultada. Para mais detalhes, basta clicar na proteína de interesse.



The screenshot shows the PANTHER database interface. At the top, there are logos for GENETOOLBOX and PANTHER. Below the logos, there is a search bar and a list of proteins. The table has columns for 'Protein ID', 'Protein Name', 'Function', and 'Category'. The first row shows a protein with ID 'P00001' and name 'Protein 1'. The second row shows a protein with ID 'P00002' and name 'Protein 2'. The third row shows a protein with ID 'P00003' and name 'Protein 3'. The fourth row shows a protein with ID 'P00004' and name 'Protein 4'. The fifth row shows a protein with ID 'P00005' and name 'Protein 5'.

Protein ID	Protein Name	Function	Category
P00001	Protein 1	Protein 1	Protein 1
P00002	Protein 2	Protein 2	Protein 2
P00003	Protein 3	Protein 3	Protein 3
P00004	Protein 4	Protein 4	Protein 4
P00005	Protein 5	Protein 5	Protein 5

É possível visualizar também, a função molecular das proteínas agrupadas em um gráfico de pizza. Para saber quais proteínas estão em cada categoria do gráfico, basta clicar sobre ela.



Professor(a), permita que os estudantes explorem a vontade a plataforma, deixe que investiguem as proteínas e proponham hipóteses de seu papel nas doenças.

Reinterpretação do Contexto Problemático e a Planificação de Soluções

Ao final desta etapa, após investigação das questões e análise das proteínas e vias metabólicas na plataforma, com todo o conhecimento adquirido e novos horizontes explorados, é preciso que os estudantes realizem a reinterpretação do problema. É necessário voltar ao problema inicialmente proposto e analisa-lo após toda implementação das estratégias, resoluções planificadas e soluções propostas. Os grupos devem chegar a conclusões e registrar as informações coletadas com as pesquisas.

Na etapa seguinte, a síntese, compartilhamento e discussão das informações e soluções propostas pelos grupos serão realizadas, para verificação e avaliação de todo o processo de aprendizagem.

Etapa 4

Síntese e Avaliação do Processo

Compartilhamento de Informações

Após o trabalho dentro dos grupos, é hora de compartilhar os resultados. Como as questões norteadoras foram distribuídas entre os grupos, é preciso que os resultados obtidos sejam compartilhados com toda a turma, afim de que todos possam discutir e refletir sobre as informações obtidas e estratégias traçadas na resolução por cada grupo.

Professor(a), oriente seus alunos para que todos exponham seus resultados e expliquem quais foram as estratégias traçadas pelo grupo para levantamento das soluções. Organize a turma em uma roda para facilitar a interação entre eles. Deixem que sobreponham e confrontem suas informações, observando as similaridades e diferenças encontradas entre as doenças pesquisadas, tanto no que diz respeito ao diagnóstico e sintomas, como também as proteínas atuantes, as vias metabólicas e o trabalho da proteômica neste processo.

Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto

Após o compartilhamento de resultados, é hora de retomar as questões norteadoras elaboradas pelos estudantes, que guiaram todo o processo. Se possível, utilize a lousa, escreva todas as questões novamente, e em conjunto venham respondendo a todas elas a partir dos resultados de pesquisas dos grupos.

Professor(a) incentive ao máximo a participação do seu aluno(a), deixe que eles escrevam na lousa, respondam as questões, questionem-se quanto a encontrar soluções e realizem comentários.

- ✓ O que é a proteômica?
- ✓ Qual a função e atuação das proteínas em um organismo? De que forma elas podem indicar doenças?
- ✓ Como o estudo das proteínas pode auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças?
- ✓ O que é esquizofrenia? E a depressão?
- ✓ Quais as características de tais doenças? Como são comumente diagnosticadas e tratadas?
- ✓ Sabemos quais proteínas estão envolvidas nas doenças em questão?
- ✓ Existem pesquisas hoje que partem deste princípio?

Após a retomada e discussão das questões norteadoras, você professora(a), pode iniciar uma retomada de todos os conteúdos que gostaria de introduzir, fazendo uma espécie de revisão, para garantir que todos conseguiram compreender os princípios dos conteúdos previamente selecionados.



- ✓ Proteínas e suas funções nos organismos vivos, síntese e sua relação com o DNA e genoma.
- ✓ O que é o proteoma.
- ✓ O que a proteômica estuda e quais suas aplicações.
- ✓ O que é, quais os sintomas, diagnóstico e tratamentos da esquizofrenia e depressão.
- ✓ De que forma a proteômica pode auxiliar na busca por um diagnóstico e tratamento mais eficientes nestas e em outras doenças.

Em seguida, retomem o problema inicialmente proposto, e apliquem todo o conhecimento adquirido em durante o projeto em sua resolução.

Ana e José são pacientes com esquizofrenia e depressão respectivamente. Os dois já se consultaram com vários médicos, receberam diferentes diagnósticos e passaram por vários tratamentos diferentes. Sabendo que a proteômica estuda o conjunto de proteínas de um indivíduo, de que forma esta ciência pode ajudar nos diagnósticos e tratamentos de Ana e José?

A turma deve utilizar agora, tudo o que aprenderam sobre proteômica e suas aplicações para resolver o problema. Além de fazer a resolução oralmente, é interessante documentar também na lousa e nos materiais pessoais de cada aluno, todas as anotações serão utilizadas no encerramento do projeto.

Exemplo de Resolução:

A PROTEÔMICA estuda o PROTEOMA, conjunto de proteínas produzidas por um organismo. As proteínas são responsáveis por executar toda a informação genética armazenada no DNA, por isso, o proteoma é extremamente dinâmico, e define as formas e funções das diferentes células de um organismo.

O proteoma pode se alterar em resposta a estímulos como dor, mudança de temperatura ou uma doença. Considerando que cada proteína apresenta uma massa específica, que pode ser medida por equipamentos, e que essa massa pode ser modificada quando ocorre uma doença, proteínas expressas em quantidades diferentes do padrão normal, podem servir de auxílio para compreender as bases moleculares do problema, ajudando no processo de identificação precoce de uma doença, ou ainda para descobrir de qual doença se trata ou na escolha do tratamento ideal.

No caso da depressão, pacientes como o José produzem uma quantidade menor de ATP (molécula fornecedora de energia para os organismos) do que pessoas saudáveis, além de a quantidade de proteínas responsáveis pela comunicação entre as células nervosas estarem alteradas. Pacientes com depressão, também não regulam adequadamente processos inflamatórios, contribuindo para o aumento do stress físico e mental.

Já a esquizofrenia, doença de Ana, apresenta também alterações na produção de energia, que é diminuída nesses pacientes, na queda da quantidade de algumas células nervosas específicas, na maior absorção celular de cálcio e em proteínas que participam da formação do citoesqueleto. Essas alterações acontecem em regiões cerebrais responsáveis por certos tipos de memória, diferenciação de pensamentos, definição de certo ou errado, comportamento social e de expressão de personalidade. Afetando ainda processos cognitivos, afetivos e de comunicação.

Portanto, a proteômica pode ajudar no diagnóstico da esquizofrenia, depressão ou outras doenças pela análise do proteoma, identificando quantidades proteicas alteradas na doença, e definindo quais proteínas estão envolvidas neste processo, definindo vias moleculares alteradas que explicam os sintomas apresentados. Essas proteínas identificadas podem ainda servir como indicadores da ação de medicamentos, facilitando a escolha e análise da eficácia de tratamentos.

Sendo assim, submetidos a análise proteica, Ana e José poderiam ter seus diagnósticos e tratamentos facilitados pela proteômica.

Avaliação do processo

Finalizada a etapa de compartilhamento de resultados, resolução das questões norteadoras e do problema, é hora de avaliar todo o processo de aprendizagem desenvolvido ao longo deste projeto. Professor(a) é importante que esta fase seja realizada conjuntamente por você e seus alunos. Façam o levantamento dos conhecimentos adquiridos durante o projeto, desde os conceituais, os procedimentais,

até os atitudinais.

Proponha aos alunos pensarem:

O que eu aprendi de novo?

O que eu já sabia e retomei?

O que faltou esclarecer?

Levante a discussão sobre a eficácia do projeto e da metodologia para a aprendizagem individual de cada estudante. Questione o que eles adquiriram enquanto alunos e cidadãos da sociedade, o que todo esse novo conhecimento contribuiu para visão de mundo e contextualização dos conteúdos.

Professor (a), a avaliação do aluno por você é feita durante toda aplicação do projeto, considerando a participação, atitude, interesse aplicados na resolução e investigação dos conteúdos propostos.

Etapa 5

Divulgação dos Resultados

Chegado o fim do projeto, é interessante fazer a divulgação dos resultados para a comunidade escolar. Principalmente se você professor(a), escolheu trabalhar este projeto de forma externa a disciplina, mesclando os alunos de todas as turmas, mostrar resultados é sempre algo indicado pela gestão. Além disso, para os alunos, divulgar tudo o que aprenderam no projeto é um ganho a mais, uma forma de reforçar e externar tudo o que aprenderam.

Proponha à turma a divulgação dos resultados do projeto, e peça para que elaborem uma forma de mostrar à escola qual foi o ganho e os novos conhecimentos adquiridos.

É interessante que a divulgação seja feita para toda a escola. Deixe que os próprios alunos definam a forma de apresentação. Pode ser através de uma espécie de seminário, onde juntos possam montar uma apresentação em slides para expor os conteúdos trabalhados. Pode ser ainda uma peça teatro, uma apresentação musical, ou uma mistura de várias formas diferentes de divulgação.

O importante, é que consigam falar um pouco sobre o que aprenderam, e levar aos outros alunos e gestão escolar a nova ciência aprendida, além de falar um pouco sobre as causas biológicas de doenças psiquiátricas como a esquizofrenia e depressão, muitas vezes desconhecida pela população. Os sintomas, diagnóstico e tratamentos podem ser abordados, a fim mostrar as pessoas o quanto é importante além da ajuda médica, a atenção familiar e dos amigos.

Professor (a)

Espero que este projeto tenha sido de grande valia para você e sua turma. Embora tenhamos falado sobre conteúdos que não fazem parte do currículo escolar, com certeza introduzimos conhecimentos sólidos muito valiosos para seus alunos.

O objetivo deste projeto não era apenas trazer o conhecimento científico da proteômica, mas sim, apresentar novos horizontes e portas para os estudantes. Mostrar a eles que a ciência está em tudo o que fazemos, e que usamos o método científico para a resolução de muitas situações simples do nosso dia a dia.

Incentive-os sempre na busca pelo conhecimento, mostre a eles que a educação é sempre o melhor caminho para se conseguir todas as coisas que almejamos. Nem sempre é fácil perceber isso na vida escolar, mas eles têm a sorte de ter você, para guiá-los nesta jornada de descobertas e aprendizagem. Obrigada professor(a)!

Bibliografia



CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 276 p. Dissertação de Mestrado em Educação: Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino das Ciências, Universidade do Minho, 2009.

FISCHER, H. Z. et al. **ABP: Uma Nova Metodologia de Ensino-Aprendizagem Aplicada no Município de Terra Santa, Pará. PBL 2010**. Congresso Internacional. São Paulo, 2010.

FREITAS, A. M. M. **Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno**. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, 2012.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão**. Boletim das Ciências, vol. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

MELO, R. C. **Estratégias de Ensino e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no Ensino Tecnológico**. Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.5, n.1, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PANTHER: a library of protein families and subfamilies indexed by function. Disponível em: <<http://www.pantherdb.org>>. Acesso em 26 de março de 2019.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 209 p. Tese de Doutorado em Educação. Centro de Educação e Ciências Humanas- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SANTOS, M. L. C.; BOTTECHIA, J. A. A. **O uso da Metodologia ABP no Ensino Médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

SOUZA, S. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): Um Método Transdisciplinar de Aprendizagem para o Ensino Educativo**. Saberes para uma Cidadania Planetária. Conferência Internacional, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-320-01042016-143203.pdf>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2019.

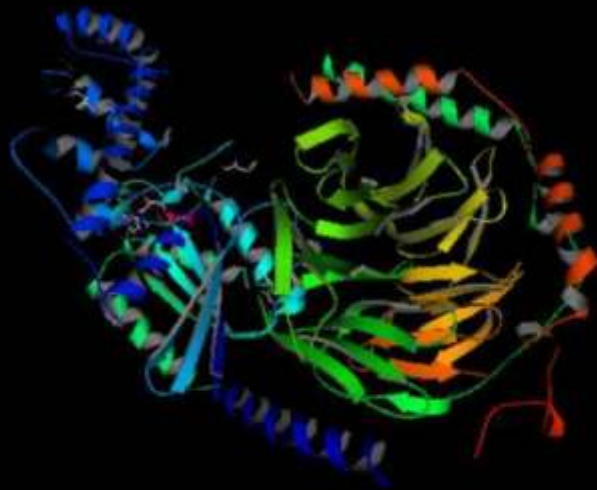
TIBÉRIO, I. F. L.; ATTA, J. A.; LICHTENSTEIN, A. **O aprendizado baseado em problemas-PBL**. Revista Med São Paulo, Seção: Carreira & Educação Médica, vol 82, p. 78-80, 2003.

UFV- Universidade Federal de Viçosa. **Ambiente online de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. 2019. Disponível em:< <https://www2.cead.ufv.br/abp/>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

9.2 Apêndice II

PROJETO
FAZENDO CIÊNCIA
Investigando Doenças

Proteômica para o Ensino Médio



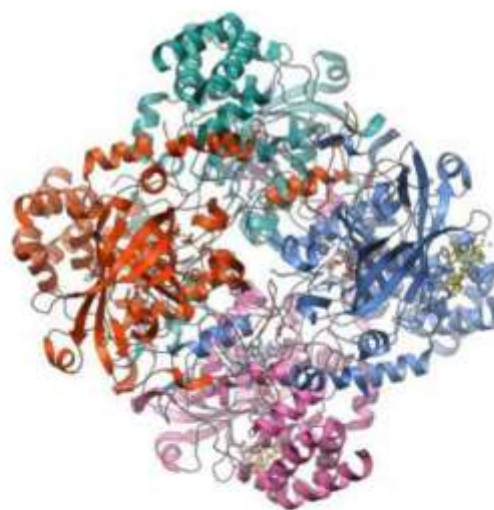
Material do Aluno

Paula Martins de Souza

PROJETO

Fazendo Ciência: Investigando Doenças

Material do Aluno



Paula Martins de Souza

Produto apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, para o Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP. Com orientação do Professor Dr. Daniel Martins de Souza e coorientação da Dra. Valéria de Almeida, para obtenção do título de mestre em Ensino de Biologia.

Campinas- 2019

Apresentação

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes nos seres vivos, desempenham funções estruturais e funcionais, participando de diversos processos biológicos indispensáveis para um organismo. Este é um conteúdo presente no currículo escolar do ensino médio, que permite a você estudante compreender o quão dinâmico os diferentes organismos podem ser.

Considerando sua relevância para a disciplina de biologia, o conteúdo foi selecionado como base para este projeto, elaborado para o ensino médio, que apresenta como contexto problemático a proteômica, ciência que estuda o proteoma, conjunto de proteínas produzidas por um organismo, e sua relação com doenças como esquizofrenia e depressão. Este projeto está fundamentado na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma metodologia centrada no aluno, que protagoniza sua aprendizagem através da interpretação, discussão e resolução de problemas.

O projeto Fazendo Ciência: investigando doenças, é uma proposta de projeto para o Ensino Médio, que visa apresentar a aplicabilidade da proteômica, com foco principal nas vertentes de utilização do proteoma no tratamento de doenças, especialmente doenças psiquiátricas como esquizofrenia e depressão.



Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura do aminoácido, com um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, e o grupo R que varia entre os 20 aminoácidos que compõe as proteínas.

Figura 2. Os 20 aminoácidos utilizados para formação da proteína com suas abreviações de três letras.

Figura 3. Representação de ligação peptídica entre aminoácidos, com eliminação de uma molécula de água para formação de proteína. Fonte: HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

Figura 4. Cadeia polipeptídica, destacando as ligações peptídicas entre os aminoácidos. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 5. Esquema da Estrutura das proteínas, evidenciando sua composição e conformação estrutural. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 6. Esquema da atuação das enzimas, sua ligação ao substrato e liberação do produto sem ser consumida durante a reação. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 7. Estrutura dos nucleotídeos do RNA e DNA, evidenciando a alteração da Timina presente no DNA pela Uracila no RNA.

Figura 8. Síntese proteica, do DNA a proteína passando pelas fases de transcrição e tradução. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 9. Tabela do código genético, representando os códons e seus respectivos aminoácidos.

Sumário

A Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)	6
Estrutura e Função das Proteínas	7
O que são Proteínas?	7
Ligações Peptídicas	8
Estrutura das Proteínas	9
Desnaturação das Proteínas	11
Proteínas como catalizadoras de reações químicas: As Enzimas	11
A Síntese Proteica	12
Proteômica	15
As proteínas como Bioindicadores	15
O Proteoma	15
Depressão	18
Bibliografia	20
Etapa 1	22
Recebendo o Problema e definindo as equipes	22
Orientações Gerais	22
A Primeira Etapa	23
O Problema	23
Organização em Grupos	23
Conhecimento Prévio	25
Bibliografia indicada	25
Etapa 2	26
Análise do Contexto Problemático	26
Explicitar problemas e questões	26
Etapa 3	29
Resolução dos Problemas formulados	29
Fontes de Informação	29
Proteínas envolvidas nas doenças estudadas	30
Ferramentas de Bioinformática	32
Reinterpretação do Contexto Problemático e a Planificação de Soluções	35
Etapa 4	37
Síntese e Avaliação do Processo	37
Compartilhamento de Informações	37
Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto	37
Avaliação do processo	41

Etapa 543

Divulgação dos Resultados43

Bibliografia45



A Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Caro(a) estudante, a ABP ou em inglês Problem Based Learning (PBL), é um método educacional que te coloca no centro de sua aprendizagem. Ele é baseado na solução de problemas, situações relacionadas à realidade, onde, sua turma trabalhará em pequenos grupos de forma ativa e colaborativa, desde o primeiro contato com o tema, seguido pela discussão das ações, até um consenso final com soluções e medidas adotadas pela equipe, sempre orientada por seu professor(a), que mediará todo o processo.

Essa estratégia de ensino deve te colocar não apenas na condição de aprender ciência, mas de aprender a fazer ciência, e de aprender a aprender, de uma forma integrada, contextualizada e ativa, desenvolvendo diversas competências e habilidades que contribuam para sua formação quanto estudante e cidadão. Levando isso em consideração, este projeto que você vai participar, adota esta metodologia de ensino. Os processos da aplicação do projeto estão divididos em cinco etapas, que serão esclarecidas por seu professor(a) e aparecem descritos neste material.

Precedendo as etapas, este material apresenta uma revisão de todo conteúdo que será abordado, apresentado como uma forma de suporte para as pesquisas que desenvolverá durante o processo. A revisão aborda desde o conteúdo de proteínas, sua função, estrutura e síntese, conteúdos previstos no currículo do ensino médio, e que provavelmente você já deve ter tido contato em algum momento, até a proteômica e sua relação com doenças como esquizofrenia e depressão, contexto problemático abordado no projeto, que você vai aprender um pouco mais.

Estrutura e Função das Proteínas

O que são Proteínas?

Proteínas são macromoléculas muito abundantes nos organismos, estão presentes em todas as células em grande variedade, desempenhando funções estruturais, compondo, por exemplo, o exoesqueleto dos insetos, as unhas, chifres, pelos, penas, lã dos animais; transporte, como o do oxigênio pela corrente sanguínea; catalizadora, mediando e acelerando diversos processos nos seres vivos; entre outros diversos papéis, indispensáveis para o funcionamento dos organismos vivos.

As Proteínas são formadas por moléculas menores, os aminoácidos. Todas elas, da mais simples a mais complexa são constituídas pelo mesmo conjunto de 20 aminoácidos, que se organizam em diferentes números e sequências, de modo a formar a grande variedade de proteínas existentes.

Todos os 20 aminoácidos são compostos por um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, o carbono α. O que os diferem um do outro são as cadeias laterais, ou grupo R cuja estrutura varia em tamanho, carga elétrica e solubilidade em água (Figura 1).

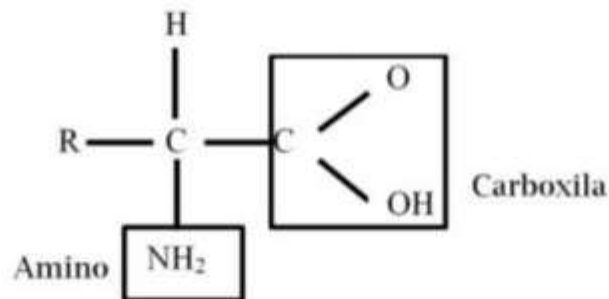


Figura 1. Estrutura do aminoácido, com um grupo carboxila (-COOH) e um grupo amino (-NH₂) ligados ao mesmo átomo de carbono, e o grupo R que varia entre os 20 aminoácidos que compõem as proteínas.

Na figura 2 é possível observar que foram atribuídas aos aminoácidos comuns às proteínas, abreviações de três letras, utilizadas como abreviaturas para identificar

sua composição e sequência de aminoácidos nas proteínas. Dos 20 aminoácidos utilizados na formação das proteínas, 12 são classificados como aminoácidos naturais, já que são produzidos no próprio organismo, os 8 aminoácidos restantes são chamados aminoácidos essenciais, que não podem ser produzidos por animais, portanto devem ser retirados dos alimentos.

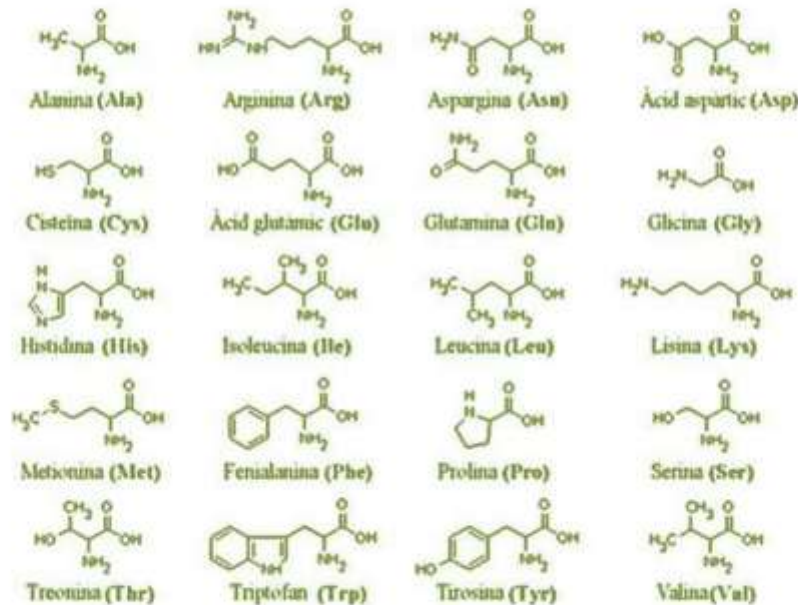


Figura 2. Os 20 aminoácidos utilizados para formação da proteína com suas abreviações de três letras.

Ligações Peptídicas

A união dos aminoácidos representada na figura 3, para a formação da proteína é chamada Ligação Peptídica. Esta ligação ocorre entre o grupo amino de um aminoácido e o carboxila de outro, combinando o grupamento OH de uma molécula e o átomo de H de outra, resultando na liberação de uma molécula de água (H_2O) e a ligação entre dois aminoácidos. Por meio dessas ligações são formadas longas cadeias peptídicas (Figura 4).

O número de aminoácidos que se unem por ligações peptídicas para a formação da proteína, variam de acordo com a molécula, podendo apresentar de dezenas a

milhares de aminoácidos.

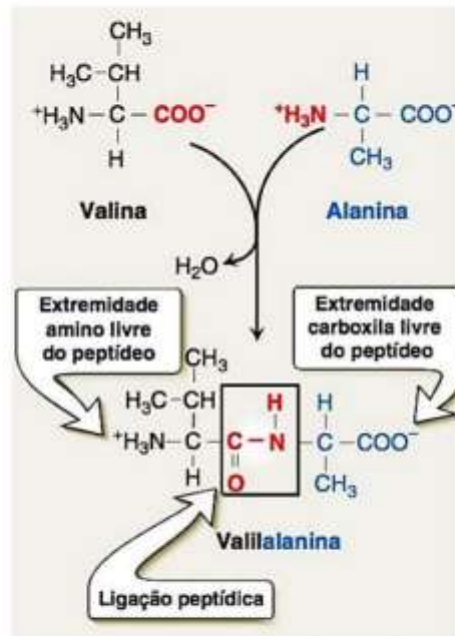


Figura 3. Representação de ligação peptídica entre aminoácidos, com eliminação de uma molécula de água para formação de proteína. Fonte: HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

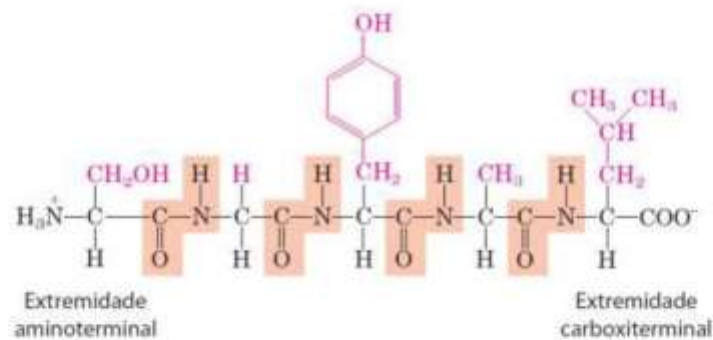


Figura 4. Cadeia polipeptídica, destacando as ligações peptídicas entre os aminoácidos. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Estrutura das Proteínas

Imediatamente após a formação da proteína, é possível identificar a sequência de aminoácidos que compõe o polipeptídeo, esta estrutura inicial é chamada estrutura primária. A estrutura primária é a sequência de aminoácidos que compõem a cadeia polipeptídica, evidenciando a ordem exata dos aminoácidos em uma proteína específica.

Porém, após a formação da proteína, os aminoácidos passam a estabelecer ligações entre si. Dessa forma, o fio fundamental é capaz de se enrolar sobre si mesmo, resultando em um filamento espiralado mantido pelas ligações estáveis entre os aminoácidos, caracterizando a estrutura secundária da proteína.

A estrutura terciária da proteína é resultado do arranjo espacial entre as cadeias polipeptídicas, que assume uma forma tridimensional específica devido ao enovelamento de toda a cadeia polipeptídica. Muitas proteínas são constituídas por mais de uma cadeia polipeptídica. A estrutura quaternária descreve a forma com que as diferentes subunidades se agrupam e se ajustam para formar a estrutura estável e fisiologicamente ativa da molécula.

As características estruturas proteicas podem ser observadas a seguir na figura 5.

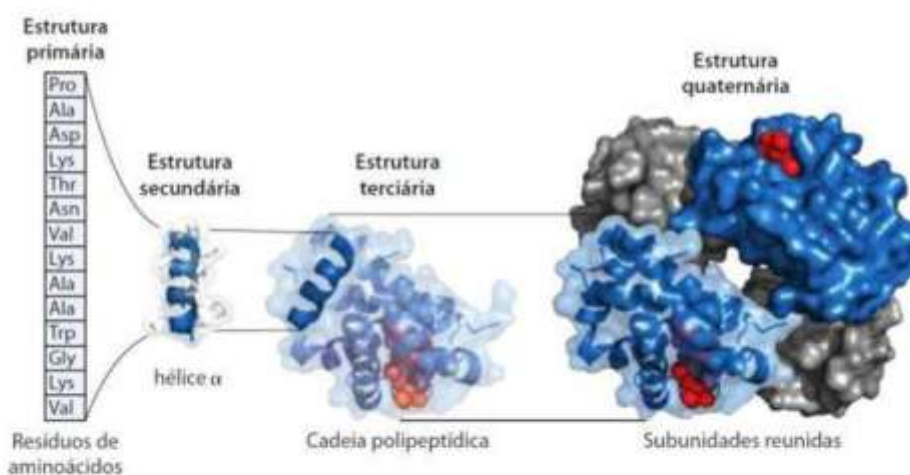


Figura 5. Esquema da Estrutura das proteínas, evidenciando sua composição e conformação estrutural. Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Desnaturação das Proteínas

Alguns fatores podem levar a modificação da estrutura tridimensional de uma proteína, com a consequente alteração de suas propriedades e função, esse fenômeno é chamado desnaturação. A desnaturação envolve alterações nas estruturas quaternárias, terciária e secundária da proteína, apenas a estrutura primária não é afetada. Dependendo do agente desnaturante, a proteína pode ou não recuperar suas propriedades e atividade biológica.

Alguns agentes desnaturantes são calor, pH, Efeitos de superfície, detergentes, sais de metais pesados.

Proteínas como catalizadoras de reações químicas: As Enzimas

Algumas proteínas aceleram reações químicas, sem serem consumidas ou participarem como reagentes, estas são denominadas enzimas. As enzimas são moléculas que podem realizar suas funções simplesmente pela ligação a outra molécula, elas realizam transformações químicas que formam ou quebram ligações nas células.

Elas ligam uma ou mais moléculas, chamadas de substratos, e as convertem em um ou mais produtos quimicamente modificados, fazendo isso com grande eficiência (Figura 6).

A presença das enzimas acera reações químicas milhões de vezes ou mais, sem que elas próprias sejam modificadas, sendo assim, elas atuam como catalizadores que possibilitam as células fazerem e desfazerem ligações covalentes de forma controlada. A mediação das enzimas em reações químicas mantém estável um organismo, tornando a vida possível.

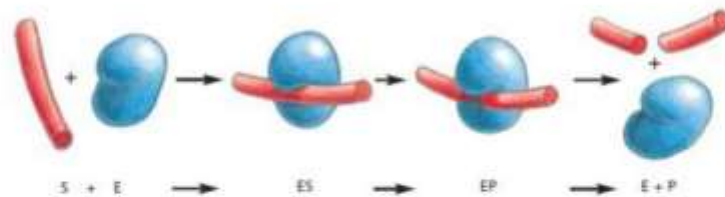


Figura 6. Esquema da atuação das enzimas, sua ligação ao substrato e liberação do produto sem ser consumida durante a reação. Fonte: ALBERTS, B., et al. *Biologia Molecular da célula*, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

As enzimas são específicas para seus substratos, portanto as propriedades funcionais das enzimas dependem da forma de sua molécula. Qualquer fator que a altere pode interferir em suas funções, a temperatura e a acidez são fatores que podem alterar sua estrutura e levar a redução da sua atividade biológica ou ainda a sua desnaturação.

A Síntese Proteica

Participam da produção de proteínas o DNA e três tipos de RNA, o ribossômico, o mensageiro e o transportador. A mensagem para a síntese proteica está armazenada na molécula de DNA, um ácido nucleico, que assim como o RNA é constituído de subunidades chamadas nucleotídeos, formados por fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada, que podem ser Adenina, Timina, Guanina e Citosina no DNA, e Adenina, Uracila (correspondente a Timina), Guanina e Citosina no RNA (Figura 7).

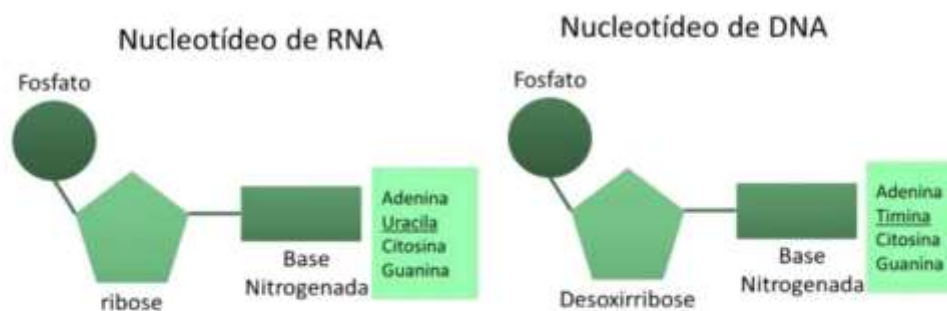


Figura 7. Estrutura dos nucleotídeos do RNA e DNA, evidenciando a alteração da Timina presente no DNA pela Uracila no RNA.

O Pareamento das bases nitrogenadas se dá por meio de ligações de hidrogênio. No DNA Adenina sempre se liga a Timina, enquanto Guanina sempre se liga a Citosina.



O RNA, como não possui Timina, Adenina se liga a Uracila.



Quando a célula requer uma proteína específica, a sequência de nucleotídeos da região apropriada de uma molécula de DNA que está no núcleo da célula, é copiada sob a forma de RNA, que atua diretamente como moldes para promover a síntese da proteína no citoplasma da célula. Dessa forma, o fluxo da informação genética nas células ocorre do DNA para RNA e deste para proteína.

O processo de síntese proteica é dividido em duas etapas, a transcrição e a tradução. Na transcrição ocorre a síntese do RNA mensageiro (RNAm) pelo DNA, onde toda informação é transcrita do código genético do DNA para o RNA. Em uma célula eucariótica, o RNAm produzido destaca-se de seu molde e, após passar por um processo chamado splicing, onde as sequências não codificantes transcritas, denominadas introns, são eliminadas e as codificantes, denominadas éxons, reagrupadas, atravessa a membrana nuclear e se dirige para o citoplasma, onde se dará a síntese proteica.

O processo de tradução gênica consiste em unir aminoácidos de acordo com a sequência de códons do RNA mensageiro. Códon é uma trinca de bases nitrogenadas do RNAm, que tem sua trinca complementar, o anticódon, no RNA transportador correspondente. Como a sequência do RNAm é determinada pelo gene, sequência de bases nitrogenadas do DNA, então a síntese da proteína representa a tradução da informação genética, por isso é chamada de tradução gênica como esquematiza a

figura 8.

Na figura 9 é possível identificar os códons localizados no RNAm, e seu aminoácido específico transportado pelo RNAt.

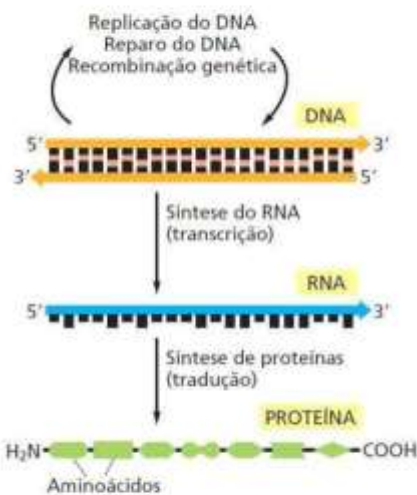


Figura 8. Síntese proteica, do DNA a proteína passando pelas fases de transcrição e tradução. Fonte: ALBERTS, B., et al. Biologia Molecular da célula, 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

		Segunda letra					
		U	C	A	G		
Primeira letra	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Fim UAG } Fim	UGU } Cys UGC } UGA } Fim UGG } Trp	U C A G	Terceira letra
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G	
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G	

Figura 9. Tabela do código genético, representando os códons e seus respectivos aminoácidos.

Proteômica

As proteínas como Bioindicadores

Sabendo que o DNA armazena toda a informação genética de um organismo, e está organizado em genes, e para ser executada é transcrita e traduzida em proteínas, as ferramentas funcionais do organismo, muitos estudos vem focando nesses genes, seus transcritos e produtos proteicos envolvidos em importantes processos celulares, na busca de marcadores moleculares que auxiliem no diagnóstico precoce e tratamento de doenças.

Para o entendimento de mecanismos envolvidos em doenças humanas, podem ser utilizadas técnicas de análise de microarranjos de DNA complementar (cDNA), molécula sintetizada a partir de RNA mensageiro cujos íntrons já tenham sido removidos no splicing, porém, a análise dos transcritos pode ser prejudicada pela sua susceptibilidade a degradação e pela divergência entre sua concentração e a de proteína, ou ainda por atividades pós traducionais, interação entre proteínas, transporte e degradação.

Por tais fatos, é necessário obter informações sobre as diferenças proteicas entre tecidos, ou fluidos corporais normais e alterados. Para identificar e compreender essas diferenças, é preciso conhecer o conjunto de proteínas codificado pelo genoma, denominado proteoma, resultante não apenas da soma dos produtos traduzidos a partir das sequencias genômicas, mas resultantes de processos pós transcricionais e traducionais, além da formação de complexos.

O Proteoma

Proteoma é o conjunto de proteínas produzidas por um organismo, apresenta ação dinâmica, pois, enquanto o genoma é praticamente constante em todas as células, duas células localizadas em regiões distintas de um organismo, que desempenham diferentes funções, não apresentam mesmo proteoma, visto que as

diferenças morfológicas e funcionais entre as células, são resultado do conjunto de proteínas de cada uma. Além disso, as mudanças nos proteomas das células de um indivíduo podem ser resposta a estímulos ambientais, como ação de drogas, stress, doenças, entre outros.

O termo proteômica refere-se ao estudo proteoma, investigando de forma descritiva e quantitativa desde o conjunto de proteínas de uma organela celular até as de um ecossistema, suas variações em populações, mudanças em resposta a um ambiente ou situações decorrentes do desenvolvimento normal ou alterado, e interações com outras proteínas.

A análise do proteoma de uma célula permite identificar não apenas quais proteínas estão presentes, mas também definir as quantidades em que são produzidas. Cada proteína produzida por um organismo possui uma massa específica, que pode ser medida com precisão por um equipamento chamado espectrômetro de massas.

Dessa forma, o proteoma, pode evidenciar possíveis alterações do desenvolvimento normal de um organismo, pois, se considerarmos que a massa se altera no processo patogênico, é possível identificar quais proteínas apresentaram suas quantidades alteradas, auxiliando na compreensão das bases moleculares do problema, ajudando a diagnosticar precocemente se a pessoa está doente, qual a doença ou se o tratamento está funcionando.

Esquizofrenia

A esquizofrenia é uma desordem mental crônica, que afeta até 1% da população mundial, causada pela interação de fatores ambientais e predisposição genética.

Os sintomas da esquizofrenia são classificados em negativos e positivos. Os sintomas negativos como retraimento emocional e social, redução do sentimento de prazer, da motivação e persistência em realizar atividades diárias, uso de poucas palavras limitando a comunicação, são considerados uma redução das funções normais e interação emocional e social do paciente. Os sintomas positivos, alvo dos

tratamentos com antipsicóticos, são caracterizados por delírios e alucinações, além de distorções na comunicação e discurso desorganizado.

A perda da vontade de realizar suas atividades é em parte por não sentir prazer em realizá-las e parte por apresentar dificuldades em relação a memória ou organização para coisas corriqueiras. Há também, uma grande dificuldade em expressar sentimentos e emoções, o que traz grande angústia a pessoa esquizofrênica, que comporta-se como se estivesse alheia à vida ao seu redor.

Durante os delírios e alucinações, o indivíduo passa a acreditar que a realidade se apresenta de maneira diferente, onde acontecimentos que em suas ideias e pensamentos parecem reais podem não estar acontecendo verdadeiramente. Os pensamentos ficam confusos, e trazem a sensação de que podem ser lidos e controlados por outra pessoa, ao externar estes pensamentos, aparenta dizer coisas sem sentido.

Algumas regiões cerebrais mostram-se mais fortemente ligadas a doença, como o córtex pré-frontal, responsável por certos tipos de memória, determinação de certo e errado e expressão da personalidade; o tálamo, envolvido em sistemas auditivos, gustativos e visuais; o córtex cingulado anterior, envolvido em funções cognitivas e autônomas; o lobo temporal, com funções de processamento auditivo e visual e transmissão de memória e a área de Wernicke, porção do córtex ligada a fala, linguagem e comunicação.

Estas regiões estão sendo estudadas por análise proteômica para uma melhor compreensão da doença. Resultados apontam que em esquizofrênicos há uma expressão diferencial de proteínas do citoesqueleto, o que pode acarretar alterações em processos de estrutura celular e comunicação sináptica; alteração na expressão de proteínas ligadas ao cálcio, podendo comprometer a função de receptores de dopamina; divergência em proteínas relacionadas a oligodendrócitos, sugerindo processos degenerativos e alteração em proteínas relacionadas ao metabolismo energético.

Não existe um exame laboratorial que seja capaz de identificar a esquizofrenia, o diagnóstico depende inteiramente do julgamento clínico médico, através de uma

entrevista psiquiátrica com o paciente e seus familiares, procurando identificar os sintomas específicos da doença. Os sintomas da esquizofrenia podem ser facilmente confundidos com o de outras doenças mentais, como transtorno depressivo ou bipolar, dificultando e retardando o tratamento adequado.

É fundamental assegurar que o paciente faça o tratamento. Muitos pacientes abandonam o tratamento devido às ideias de perseguição, falta de consciência sobre a doença e ao desconforto com os efeitos colaterais das medicações. O tratamento medicamentoso da doença tem como objetivo proporcionar uma melhor qualidade de vida para o paciente, diminuindo a frequência e a gravidade das crises psicóticas, aliviando os sintomas gerais.

O tratamento psicossocial também é muito importante, já que as medicações tem impacto limitado no funcionamento social do indivíduo, e uma vez estabilizado e apresentando melhora, será necessário ajuda para lidar com as mudanças e reintrodução social nas atividades cotidianas. As intervenções devem oferecer informação, apoio e terapia, sendo indicado de acordo com a fase da doença, do paciente e de sua condição familiar.

Depressão

A depressão é um transtorno mental que afeta cerca de 4,4% da população mundial segundo a Organização mundial da saúde, e é caracterizada por sintomas como desânimo, baixa autoestima, perda do sono, apetite, dificuldade para concentração, além de múltiplas queixas físicas sem nenhuma causa aparente. A doença pode ser de longa duração ou recorrente, prejudicando a funcionalidade de pessoas depressivas no trabalho ou na escola, assim como a capacidade de lidar com a vida cotidiana, em seu estado mais grave, a depressão pode levar ao suicídio.

A depressão ainda é pouco conhecida em relação a suas bases moleculares. Dentre as hipóteses de sua fisiopatologia, destaca-se a hipofunção de neurotransmissores que costumam atuar em conjunto (a noradrenalina, a dopamina e a serotonina), sugerindo uma disfunção em diversos circuitos cerebrais no sistema de

neurotransmissão, o que leva a quase totalidade dos antidepressivos atuarem aumentando os níveis de tais neurotransmissores.

A análise das proteínas de pacientes doentes identificou uma menor taxa de ATP, molécula armazenadora de energia, do que pessoas saudáveis. Além disso, a quantidade de proteínas responsáveis pela comunicação entre neurônios, células nervosas é alterada, tornando as sinapses menos eficientes. Processos inflamatórios também não são controlados adequadamente por depressivos, o que contribui para stress físico ou mental, que é responsável juntamente com fator hereditário de desencadear a doença.

Embora as características mais comuns da depressão sejam os sentimentos de tristeza, desânimo e vazio, a perda da capacidade de ter prazer nas atividades diárias e a redução do interesse pelo ambiente são muito comuns, e associa-se a sensação de fadiga e falta de energia, caracterizada pela queixa de cansaço exagerado. No diagnóstico da doença, são levados em conta os sintomas psíquicos, fisiológicos e evidências comportamentais.

O tratamento antidepressivo, em geral, atua como um importante alívio da maioria dos sintomas, por vezes é útil e necessário combinar a medicação antidepressiva com medicamentos específicos para a ansiedade que com muita frequência acompanha a depressão. Os medicamentos especificamente antidepressivos agem no cérebro, corrigindo a transmissão neuroquímica em áreas do sistema nervoso.

A psicoterapia também é fator indispensável no tratamento de pessoas depressivas, sendo em alguns tipos de depressão suficientes para melhora do paciente, em casos mais graves são indicados em conjunto com a medicação. Os tratamentos falados são uma forma de compreender melhor as causas da depressão e de ajudar o paciente a lidar com ela, como a terapia cognitivo-comportamental, que utiliza diversas abordagens para alterar a forma como a pessoa responde a acontecimentos, escolhe comportamentos, enfrenta os pensamentos e emoções, trabalhando no bem estar próprio.

Bibliografia



ABRE. **Associação Brasileira de familiares, amigos e portadores de esquizofrenia**. Disponível em: < <http://site.abrebrasil.org.br/>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2019.

ALBERTS, B., et al. **Biologia Molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BARBOSA, E. B. et al. **Proteômica: metodologias e aplicações no estudo de doenças humanas**. Rev Assoc Med Bras, p. 366-375, 2012.

BRANDÃO-TELES, C. **Empregando a proteômica para compreender os mecanismos de ação dos antipsicóticos em oligodendrócitos humanos**. Dissertação de Mestrado em Biologia Funcional e Molecular. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, 2018.

CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 276 p. Dissertação de Mestrado em Educação: Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino das Ciências, Universidade do Minho, 2009.

HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão**. Boletim das Ciências, vol. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteomics as a Tool for Understanding Schizophrenia**. Clinical Psychopharmacology and Neuroscience, Vol. 9, n 3. P 95-101, 2011.

MARTINS DE SOUZA, D. **Proteoma e Depressão**. Ciência Hoje. Edição 332, Volume 54, p. 27-29, 2015.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

OLIVEIRA, D. M. et al. **Proteomas**. Revista Práxis. Ano I, n. 2. p. 55-57, 2009.

OLIVEIRA, B. M; MARTINS DE SOUZA, D. **Análise Proteômica da Esquizofrenia**. Rev. Psiquiatria Clínica. Vol. 40, n 1. p. 16-19, 2013.

PORTO, J. A. D. **Conceito e diagnóstico- Depressão**. Revista Brasileira de Psiquiatria, v. 21. Maio, 1999. XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2017.

STAHL, S. M. **Psicofarmacologia: Bases neurocientíficas e aplicações práticas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

UFV- Universidade Federal de Viçosa. **Ambiente online de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. 2019. Disponível em: < <https://www2.cead.ufv.br/abp/>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

ZUCCOLI, G. S. **Caracterização do Proteoma Mitocondrial e Nuclear de Células Neurais Derivadas de IPSCs de Pacientes com Esquizofrenia**. Dissertação de Mestrado em Biologia Funcional e Molecular. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, 2018.

Etapa 1

Recebendo o Problema e definindo as equipes

Orientações Gerais

Estudantes, durante este projeto, serão aprendidos novos conceitos que você não costuma ter contato em sala de aula, mas que será utilizado para aplicar em situações reais e cotidianas os conhecimentos da área de bioquímica que você aprendeu na disciplina de biologia.

Para isso, utilizaremos como conteúdo básico para o desenvolvimento do projeto, as proteínas. Todo conceito já aprendido na disciplina de biologia sobre a estrutura e função destas moléculas, sua síntese e relação com a molécula de DNA, será utilizado por você como conhecimento prévio. Esta será a base para a introdução de novos conceitos sobre a proteômica e sua importância em pesquisas na área da saúde, levantando questões sobre sua importância para os avanços em diagnóstico e tratamento de doenças, abordando a esquizofrenia e depressão, mas deixando espaço para análise de qualquer outra patologia que você se interesse a partir da observação do proteoma.

A partir desta ideia, a proteômica e sua aplicação na investigação de doenças será nosso contexto problemático, e o problema que você receberá abordará estes conceitos.

Lembre-se que este projeto é fundamentado em uma metodologia ativa, você é o protagonista de toda a sua aprendizagem, seu professor(a) irá apenas orientá-lo e guiá-lo pelos caminhos que deve percorrer. Ao decorrer deste projeto você irá aprender a aprender, fazendo ciência e investigando todos os aspectos, conteúdos e conceitos que compõe o problema recebido.

Para o desenvolvimento deste projeto, você terá acesso à internet, para auxiliá-

lo em pesquisas e análises. Todo conteúdo teórico abordado, está revisado no início deste material, para que você também possa utiliza-lo como fonte de informação.

A Primeira Etapa

Estudante, seu professor(a) irá apresentar nesta etapa um problema a você e sua turma, e lhes passará todas as instruções para seguir em frente. A solução para este problema depende exclusivamente do trabalho de vocês, que deverão elaborar estratégias e metas para alcançar a solução final. Podem contar sempre com a ajuda e orientação do professor(a) durante todas as etapas.

O professor(a) garantirá que toda fonte mínima de informação necessária estará disponível para a investigação do problema.

Assim que o professor(a) lhes apresentar o problema, e passar todas as informações, iniciem as pesquisas e bom trabalho!

O Problema

Ana e José são pacientes com esquizofrenia e depressão respectivamente. Os dois já se consultaram com vários médicos, receberam diferentes diagnósticos e passaram por vários tratamentos diferentes. Sabendo que a proteômica estuda o conjunto de proteínas de um indivíduo, de que forma esta ciência pode ajudar nos diagnósticos e tratamentos de Ana e José?

Organização em Grupos

Para otimizar as discussões e o processo de resolução do problema, vocês trabalharão em grupos. Siga as instruções do seu professor(a) quanto ao número de

alunos que formarão a equipe e se organizem para iniciar o trabalho.

É importante traçar estratégias para o trabalho em grupo. Utilize o espaço abaixo para identificar o seu grupo, definir os integrantes e suas respectivas tarefas na investigação do tema.

Grupo: _____

Integrantes 

[illegible]

Conhecimento Prévio

Para início da interpretação do problema, é necessário que o você traga como bagagem das aulas de biologia, o conhecimento prévio sobre proteínas. O que são, qual a constituição da molécula, quais são suas funções e localização nos organismos vivos, como é formada, e principalmente, qual sua relação com o DNA e o genoma.

Se você não portar este conhecimento, ou não se lembrar com clareza, será um bom ponto de partida para suas pesquisas, utilize esta primeira etapa para adquirir ou relembrar estes conceitos, pois eles serão fundamentais para as próximas etapas.

Utilize para isso o laboratório de informática, a biblioteca, o laboratórios de ciências da sua escola, as referências indicadas no final deste capítulo e tudo mais o que seu professor(a) lhe indicar.

Bibliografia indicada

Para facilitar e auxiliar no processo de investigação do seu problema, abaixo estão listadas algumas fontes de informação que você pode utilizar.

- ➔ Material de apoio disponível no material do aluno.
- ➔ Biblioteca Digital de Ciências Unicamp. Disponível no endereço eletrônico: <<https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/index.php>>.
- ➔ Plataforma “Panther- Sistema de Classificação” para análise de proteínas, disponível em: <<http://www.pantherdb.org>>.
- ➔ Materiais disponíveis na Biblioteca da escola.
- ➔ Pesquisas no laboratório de informática.

É importante ressaltar que você e sua equipe são livres para explorar as mais diversas fontes de informação possíveis, por isso, podem buscar subsídios também fora o ambiente escolar, como por entrevistas de profissionais da saúde, documentários, revistas, e o que mais lhes interessar e for útil para a pesquisa.

Etapa 2

Análise do Contexto Problemático

Explicitar problemas e questões

Agora nesta segunda etapa, é preciso reanalisar o problema e criar questões norteadoras para investigação, considerando o que já é familiar a você, e quais conceitos são novos. É interessante que essa elaboração de questões seja feita por toda a turma, e depois separadas pelas equipes para guiar as pesquisas.

A partir do problema apresentado pelo professor(a), elabore portanto questões que vão lhes guiar no caminho para a solução, tome como exemplo as questões nos balões abaixo, e complete-os com mais perguntas relevantes.



O que é a proteômica?

Como o estudo das proteínas pode auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças?

Qual a função e atuação das proteínas em um organismo? De que forma elas podem indicar doenças?

(Seis balões vazios para elaboração de questões: um azul claro, um cinza, um rosa, um verde, um amarelo, e um laranja.)

Conte com a ajuda do seu professor(a) durante esse processo, ele garantirá que as questões levantadas sejam relevantes.

Com as questões prontas, classifique-as segundo o que já é familiar, o que nunca ouviram falar, o que acharam mais interessante e gostariam de aprofundar, organizando tudo na tabela abaixo:

<i>Conceitos Familiares</i>	<i>Desconhecida</i>	<i>Temas interessantes para aprofundar</i>
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★
✓	•	★

Em seguida, distribuam os temas de questões para análise entre os diferentes

grupos, de forma a otimizar a pesquisa, diminuindo o fluxo de análises realizadas, siga as orientações do seu professor(a).

Não se preocupe, mesmo que os grupos trabalhem com temas diferentes, ninguém terá déficit de conteúdo, pois nas etapas finais haverá compartilhamento de todas as informações adquiridas, para resolução das questões.

Etapa 3

Resolução dos Problemas formulados



Fontes de Informação

Agora com todos devidamente organizados, com as questões norteadoras elaboradas e distribuídas entre os grupos, é hora de trabalhar na resolução dos problemas formulados e selecionados.

Neste momento, as estratégias traçadas na etapa anterior para atingir as metas devem ser postas em prática. A partir das questões norteadoras, vocês devem acessar fontes de informação disponíveis para obtenção das respostas. O laboratório de informática e biblioteca estão disponíveis para que possam encontrar todos os dados necessários.

Considerando que os conteúdos relacionados à proteômica e pesquisas com o proteoma que vão ser explorados neste momento, não estão presentes nos livros didáticos do ensino médio, a internet será a principal ferramenta de pesquisa utilizada. Lembre-se também da possibilidade de obter informações em revistas, jornais, ou até mesmo com entidades da saúde pública por meio de uma entrevista ou

contato por e-mail.

Você pode utilizar o espaço reservado para anotações disponível no final desta etapa para documentar o resultado de suas pesquisas.

Querido aluno, você está fazendo ciência, e utilizando o método científico para resolução dos problemas, pois:

- ☒ O problema foi identificado,
- ☒ Hipóteses foram levantadas,
- ☒ Hipóteses serão investigadas,
- ☒ Soluções serão propostas e avaliadas.

Perceba que a ciência está em tudo o que fazemos, e que podemos utilizar o método científico em todos os problemas que resolvemos no dia a dia.

Proteínas envolvidas nas doenças estudadas

Encerrando a fase inicial de investigação, após as pesquisas de análise dos problemas, já familiarizados com os novos conceitos e aplicações, para que a pesquisa fique mais dinâmica e vocês possam ter um contato mais real com a análise de proteínas e sua atuação nas doenças que estão investigando, seu professor(a) fornecerá neste momento duas listas de proteínas envolvidas nas vias moleculares da esquizofrenia e depressão, disponíveis na tabela abaixo.

Estas proteínas podem ser analisadas em ferramentas de bioinformática que apresentam a possibilidade de investigação da função e classificação de proteínas específicas, auxiliando o processo de análise proteômica.

Esquizofrenia

P31946	P30838
P62258	P00352
Q04917	P05091
P61981	P04075
P63104	P09972
P27348	P01011
P48426	P02511
P09543	P06733
O95861	Q16352
G5E9S2	P54920
P46783	P37840
P62701	P49418
P10809	Q01484
P05387	P04083
P26373	P08758
P84098	P20073
P62888	P02647
O95336	P02649
Q9NYB9	P14868
P24752	Q5VUB5
Q9BWD1	P06576
P05386	P25705
Q99798	P36542
P02568	O75947
P03996	Q4G1C1
P04270	P36543
P02570	Q93050
P60709	O00571
P63261	P17677
P02571	Q9H4G0
O43707	P25098
Q562P0	Q6ZP65
P61158	P30043
Q92747	HSPA5
P61160	P80723
O15143	Q9UQB8
Q12979	Q9HCU9
Q10567	Q16143
P63010	Q86YS7
Q96CW1	Q08209
Q5JWF2	Q13554
P00568	Q4G1A8
Q01518	Q8WU40
P40123	P06703
P84077	P62158
P84085	Q8NCB2
P62330	P00915
Q8N6T3	P00918
P16112	P16152
O43572	O75828

Depressão

P68363	P35241
P02768	P51153
P06576	Q86VW0
Q14194	Q6ZU15
P04075	Q96NL6
P15104	Q56A73
P62873	Q07955
P40926	P31948
Q9U115	Q8N4U5
P30626	P30048
P55809	P61586
P35030	P02766
P21281	Q9BRZ2
Q16555	P09936
O94973	Q8WVN8
Q9Y2J2	Q99832
P21550	Q9NPJ3
P13637	P14621
P61266	P49418
P31947	P02649
P27348	P56385
P39023	O75964
P00568	Q9NZ45
Q08043	P01034
P50747	P04080
O75363	P0C7P4
P00918	P99999
P16870	P14406
P07339	P13073
O75390	P10606
Q6PK04	Q14195
O75367	O15540
P17661	P05413
P60981	Q9H0Q3
Q96JH7	P60520
P04843	O76070
Q6ZMW3	P49773
Q9UK22	P62805
Q08380	Q9H492
Q06210	P56556
Q9NR31	Q9P0J0
Q9UBI6	O43678
O60814	O43920
O95678	P17677
P01033	P35080
Q96EZ8	P07737
P05023	P08134
Q14005	P52758
P25789	Q04837
Q9H9S3	P60880

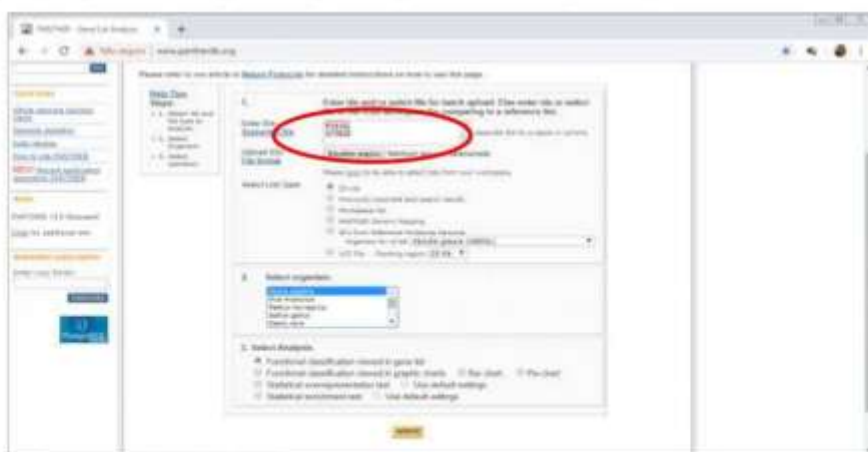
Ferramentas de Bioinformática

Para um contato mais dinâmico com a função e atuação das proteínas nas doenças que estamos estudando, utilizaremos a plataforma Panther, voltada para classificação e análise de proteínas, disponível na página da internet: <<http://www.pantherdb.org>>.

Ao acessar a página, você verá a seguinte tela:



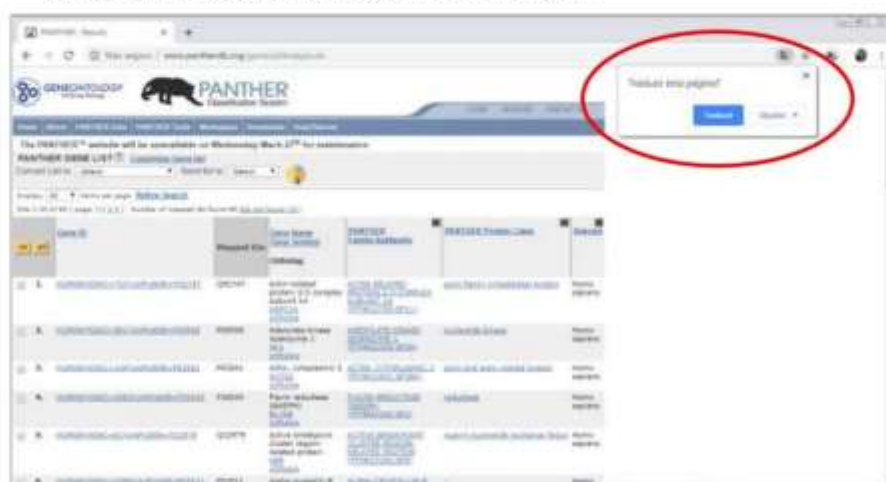
No espaço destacado na imagem seguinte, cole todas as proteínas que deseja analisar. Utilize a lista disponibilizada, e consulte as proteínas relacionadas às doenças (em processos separados para esquizofrenia e depressão).



Em seguida, clique em “submit”, para submeter a lista à análise.



Se preferir, é possível optar por traduzir a página.



Nesta página, é possível observar a classificação e função de cada proteína consultada. Para mais detalhes, basta clicar na proteína de interesse.

A sheet of white paper with horizontal blue lines, resembling notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 30 lines in total.

Etapa 4

Síntese e Avaliação do Processo

Compartilhamento de Informações

Após o trabalho dentro dos grupos, é hora de compartilhar os resultados. Como as questões norteadoras foram distribuídas entre os grupos, é preciso que os resultados obtidos sejam compartilhados com toda a turma, afim de que todos possam discutir e refletir sobre as informações obtidas e estratégias traçadas na resolução por cada grupo.

Estudante, exponha seus resultados e explique quais foram as estratégias traçadas pelo seu grupo para levantamento das soluções. Ouça o que os outros grupos também fizeram e sobreponham e confrontem suas informações, observando as similaridades e diferenças encontradas entre as doenças pesquisadas, tanto no que diz respeito ao diagnóstico e sintomas, como também as proteínas atuantes, as vias metabólicas e o trabalho da proteômica neste processo, é hora de reunir toda a informação e todos os novo conhecimentos adquiridos.

Resolução das questões levantadas e problema inicialmente proposto

Após o compartilhamento de resultados, é hora de retomar as questões norteadoras elaboradas na etapa 2, que guiaram todo o processo. Para facilitar o processo, utilize a lousa, escreva todas as questões novamente, e em conjunto venham respondendo a todas elas a partir dos resultados das pesquisas.

- ✓ *O que é a proteômica?*
- ✓ *Qual a função e atuação das proteínas em um organismo? De que forma elas podem indicar doenças?*
- ✓ *Como o estudo das proteínas pode auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças?*

Após a retomada e discussão das questões norteadoras, seu professor(a) guiará uma retomada de todos os conteúdos aprendidos no projeto, fazendo uma espécie de revisão para que possamos agrupar e retomar tudo o que foi aprendido e encerrarmos a resolução do problema inicial.



- ✓ Proteínas e suas funções nos organismos vivos, síntese e sua relação com o DNA e genoma.
- ✓ O que é o proteoma.
- ✓ O que a proteômica estuda e quais suas aplicações.
- ✓ O que é, quais os sintomas, diagnóstico e tratamentos da esquizofrenia e depressão.
- ✓ De que forma a proteômica pode auxiliar na busca por um diagnóstico e tratamento mais eficientes nestas e em outras doenças.

Em seguida, vamos retomar o problema inicialmente proposto, e aplicar todo o conhecimento adquirido durante o projeto em sua resolução.

Ana e José são pacientes com esquizofrenia e depressão respectivamente. Os dois já se consultaram com vários médicos, receberam diferentes diagnósticos e passaram por vários tratamentos diferentes. Sabendo que a proteômica estuda o conjunto de proteínas de um indivíduo, de que forma esta ciência pode ajudar nos diagnósticos e tratamentos de Ana e José?

Utilizando tudo o que foi aprendido sobre proteômica e suas aplicações, vamos resolver o problema. Além de fazer a resolução em conjunto oralmente, vamos também utilizar a lousa e o espaço seguinte para documentar a resolução:

Resolução:

[illegible]

A series of horizontal blue lines for writing, arranged in a single column. The lines are evenly spaced and extend across most of the width of the page.

Avaliação do processo

Finalizada a etapa de compartilhamento de resultados, resolução das questões norteadoras e do problema, é hora de avaliar todo o processo de aprendizagem desenvolvido ao longo deste projeto. É importante que esta fase seja realizada conjuntamente por você e seu professor(a). Façam o levantamento dos conhecimentos adquiridos durante o projeto:

O que você aprendeu de novo?

O que já sabia e retomou?

O que faltou esclarecer?

O que você achou da metodologia para sua aprendizagem individual?

Quais foram as contribuições para você enquanto aluno e cidadão?
Você vai levar algo que aprendeu aqui para sua vida cotidiana?

Etapa 5

Divulgação dos Resultados

Chegado o fim do projeto, é interessante fazer a divulgação dos resultados para a comunidade escolar. É importante divulgar o que você aprendeu para os demais alunos da escola, e se possível os funcionários.

Elaborem uma forma de mostrar à escola qual foi o ganho e os novos conhecimentos adquiridos durante o projeto. Essa divulgação pode ser feita de muitas formas, escolham a que mais se identificam. Pode ser uma espécie de seminário, onde juntos possam montar uma apresentação em slides para expor os conteúdos trabalhados. Pode ser ainda uma peça teatro, uma apresentação musical, uma exposição de cartazes pelos corredores da escola ou uma mistura de várias formas diferentes de divulgação.

O importante, é que consigam falar um pouco sobre o que aprenderam, e levar aos outros alunos e gestão escolar a nova ciência aprendida, tentem falar um pouco sobre as causas biológicas de doenças psiquiátricas como a esquizofrenia e depressão que vocês aprenderam aqui, elas atingem muitas famílias que tem pouquíssima ou nenhuma informação sobre os aspectos biológicos dessas doenças. Os sintomas, diagnóstico e tratamentos podem ser abordados, a fim mostrar as pessoas o quanto é importante além da ajuda médica, a atenção familiar e dos amigos.

Independente da modalidade escolhida, elaborem a apresentação de forma a alcançar todas as pessoas, alunos de diferentes séries, funcionários, e quem mais estiver presente. Mostre a eles como vocês foram cientistas neste projeto, mostre que a ciência está em tudo o que fazemos, e como ela pode atingir positivamente nossas vidas.

Caro Aluno,

Espero que este projeto tenha sido de grande valia para você e sua turma. Embora tenhamos falado sobre conteúdos novos, com certeza adquirimos conhecimentos sólidos muito valiosos.

O objetivo deste projeto era levar você a explorar novos horizontes, mostrar o quanto temos a aprender todos os dias, mostrar que a ciência está em tudo o que fazemos, e que usamos o método científico para a resolução de muitas situações simples do nosso dia a dia.

Busque sempre o conhecimento, ninguém nunca poderá tirá-lo de você. Apaixone-se por estudar e aprender coisas novas. A educação é o caminho para tudo o que sonhamos alcançar. Sonhe sempre, sonhe alto, e não permita que coloquem limites em seus sonhos, você pode ser o que quiser, lute por isso!

Valorize as pessoas que se esforçam para que você aprenda sempre, não é fácil motivar e inspirar pessoas todos os dias. Valorize seu professor!

Bibliografia



CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 276 p. Dissertação de Mestrado em Educação: Área de Especialização em Supervisão Pedagógica em Ensino das Ciências, Universidade do Minho, 2009.

FISCHER, H. Z. et al. **ABP: Uma Nova Metodologia de Ensino-Aprendizagem Aplicada no Município de Terra Santa, Pará. PBL 2010**. Congresso Internacional. São Paulo, 2010.

FREITAS, A. M. M. **Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno**. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, 2012.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão**. Boletim das Ciências, vol. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

MELO, R. C. **Estratégias de Ensino e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no Ensino Tecnológico**. Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.5, n.1, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PANTHER: a library of protein families and subfamilies indexed by function. Disponível em: <<http://www.pantherdb.org>>. Acesso em 26 de março de 2019.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 209 p. Tese de Doutorado em Educação. Centro de Educação e Ciências Humanas- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SANTOS, M. L. C.; BOTTECHIA, J. A. A. **O uso da Metodologia ABP no Ensino Médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

SOUZA, S. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): Um Método Transdisciplinar de Aprendizagem para o Ensino Educativo**. Saberes para uma Cidadania Planetária. Conferência Internacional, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://uece.br/eventos/specp/anais/trabalhos_completos/247-320-01042016-143203.pdf>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2019.

TIBÉRIO, L. F. L.; ATTA, J. A.; LICHTENSTEIN, A. **O aprendizado baseado em problemas-PBL**. Revista Med São Paulo, Seção: Carreira & Educação Médica, vol 82, p. 78-80, 2003.

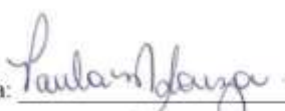
UFV- Universidade Federal de Viçosa. **Ambiente online de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**. 2019. Disponível em:< <https://www2.cead.ufv.br/abp/>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

10. ANEXOS

10.1 Anexo I

DECLARAÇÃO

Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha dissertação de mestrado, intitulada Elaboração de Projeto para o Ensino Médio utilizando a Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas: “Fazendo Ciência: Investigando Doenças”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: 

Nome da aluna: Paula Martins de Souza.

Assinatura: 

Nome do orientador: Daniel Martins de Souza.

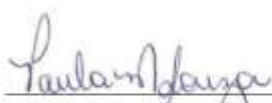
Campinas, 12 de agosto de 2019.

10.2 Anexo II

DECLARAÇÃO

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem que constam em minha Dissertação de Mestrado intitulada *Elaboração de Projeto para o Ensino Médio utilizando a Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas: "Fazendo Ciência: Investigando Doenças"*, não infringem os dispositivos da Lei nº. 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 12 de agosto de 2019.

Assinatura: 
Nome da autora: Paula Martins de Souza
RG n.º 48.847.019-5

Assinatura: 
Nome do orientador: Daniel Martins de Souza
RG n.º 32.431.379-2