

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Stéphani Caroline Pedrotti

**Aplicação de sequência de aulas sobre alterações genéticas como mecanismo de ensino-  
aprendizagem para estudantes de Ensino Médio**

Porto Alegre

2017

Stéphani Caroline Pedrotti

**Aplicação de sequência de aulas sobre alterações genéticas como mecanismo de ensino-aprendizagem para estudantes de Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial e obrigatório para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof . Dr . Nelson Jurandi Rosa Fagundes

Porto Alegre

2017

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, que fora, certamente, o grande propulsor de toda minha vida acadêmica, incentivando-me a evoluir pessoal e profissionalmente. Que sempre foi um verdadeiro exemplo de professor para mim, demonstrando, não necessariamente com palavras, mas sim com atitudes, o quão essencial são a empatia e a humildade no exercício da docência. Eterna gratidão a ele, que sempre respeitou minhas ideias e meus ideais, dialogando de forma construtiva, fazendo-me repensar minhas decisões e possibilidades.

À minha mãe, que é, indubitavelmente, uma das mulheres mais fortes que eu conheço, amante nata das ciências naturais, sempre tão aberta a ouvir meu compartilhamento de conhecimento e minhas ideias inusitadas. Obrigada a ela, que sempre demonstrou orgulho pela minha escolha pela docência, uma vez que tem a plena noção de que se trata da profissão que é base de uma sociedade inteira.

Às minhas grandes amigas, Suellen e Marciele, que incansavelmente foram um suporte psicológico durante todo período de faculdade e principalmente agora no final. Sempre serei grata pelos momentos compartilhados, por estarem ao meu lado nos melhores e piores momentos, e por essa amizade sincera e verdadeira que o tempo só fortalece.

Às minhas amigas e meus amigos: Luana, Bruna, Pedro e Mark, que incessantemente foram um esteio essencial durante o período de realização deste trabalho, alegrando-me quando era necessário, mas também compreendendo os momentos de dificuldades, orientando-me a melhor forma de superá-los. Um grande obrigada por cada palavra e cada alento transmitido.

Às minhas amigas do grupo Biogatas, eternas colegas do semestre 2013\1, que estiveram comigo durante todos estes anos, compartilhando os mais variados momentos nos distintos campus da Universidade, desde as aulas das disciplinas até os horários de lazer.

À minha tia Nádia, que viu de perto a construção de todo este trabalho, dando-me conselhos pertinentes nos momentos mais oportunos. Ao meu primo Lorenzo, um dos maiores intuits deste trabalho relacionado à genética e a educação. A ele, tão pequeno e especial, que tem um cromossomo a mais no cariótipo, o cromossomo do amor.

Aos meus quatro avós, que tenho o privilégio de conviver até hoje, todos estritamente ligados à natureza, trabalhando diretamente com ela. Todo meu amor e carinho a eles, que me ensinaram verdadeiros valores, como humildade, respeito e simplicidade.

À diretora da escola onde realizei o presente trabalho e, principalmente à professora Débora, a qual ministra as aulas de biologia na turma em que eu tive a oportunidade de atuar. Muito obrigada pelo acolhimento, por aceitar minha proposta de trabalho, dialogando continuamente comigo e, por fim, estabelecendo um laço de confiança e respeito mútuo, fundamental entre os professores.

Ao professor Nelson, que concordou em orientar um trabalho que uniu educação e genética. Às professoras Maria Cecília e Vera, que prontamente consentiram em ser a minha banca examinadora, satisfazendo-me em ter duas mulheres como analistas deste trabalho. Congratulações por serem duas grandes pesquisadoras e professoras, verdadeiros exemplos para tantas outras meninas que trabalham com ciências e\ou educação.

Aos meus queridos alunos e queridas alunas do terceirão, que me receberam tão bem desde o início da regência das aulas, com os quais pude compartilhar um pouco do que sei sobre biologia e pude estabelecer uma relação grandiosa e harmônica, que transpassa o sentimento de professor-aluno, chegando, atualmente, a se concretizar em amizade. Gratidão por terem marcado positivamente o período de término da minha faculdade, cada um com seu jeito, seus questionamentos e suas histórias.

À vida, seus caminhos, encontros, desencontros e sintonias, que me permitiu ter, recentemente, plena convicção da minha escolha profissional, a qual norteará minha trajetória de vida para sempre.

*“Sou professor a favor da esperança que me anima apesar de tudo. Sou professor contra o desengano que me consome e imobiliza. Sou professor a favor da boniteza de minha própria prática, boniteza que dela some se não cuida do saber que devo ensinar, se não brigo por este saber, se não luto pelas condições materiais necessárias sem as quais meu corpo, descuidado, corre o risco de se amofinar e de já não ser o testemunho que deve ser de lutador pertinaz, que cansa mas não desiste.” (FREIRE, 1996)*

## RESUMO

Este trabalho trata-se de um relato de experiência, realizado em uma escola pública estadual do município de Feliz-RS, durante o semestre letivo da segunda metade do ano de 2017. Objetivou-se investigar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito de alterações genéticas e/ou cromossômicas a partir de questionamentos e comentários provenientes dos mesmos. Tais conhecimentos estavam centrados, especialmente, nos distúrbios cromossômicos observados nos seres humanos e a temática do câncer. Além disso, é intuito do presente trabalho reconhecer os assuntos que mais geram interesse nos alunos, auxiliando, em primeira instância, para estabelecer conexão entre os mesmos com a realidade do alunado. Isso foi possível de ser realizado através de uma análise qualitativa de uma sequência de aulas com duração total de 8h\aula gravadas em equipamento eletrônico e analisadas seguidamente. Os dados para posterior diagnóstico foram organizados conforme as seguintes categorias: Questões de cunho senso comum envolvidas no andamento das aulas e como interferem no estabelecimento dos conceitos científicos; Viabilidade do aprendizado mensurada através das mensagens que manifestam o interesse e motivação dos alunos; Conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados: relação entre os mesmos e a realidade cotidiana do alunado; Papel do professor como mediador do conhecimento especialmente em turmas de turno noturno e suas implicações. Como resultados da análise, podemos destacar que este período de aulas propiciou aos alunos conteúdos que até então não haviam sido ministrados no âmbito escolar, fazendo com que os mesmos mobilizassem suas noções antecedentes e confrontassem suas ideias com o senso comum. Ademais, este trabalho fomentou a docência da autora, especialmente em turma de ensino médio noturno e propiciou aos estudantes a capacidade de realizar associação entre o aprendizado e suas vivências tão fundamentais para o entendimento da biologia como estudo dos seres vivos, suas especificidades, mudanças e conformações genotípicas e fenotípicas.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>DELINEAMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
4.1	Questões de cunho senso comum envolvidas no andamento das aulas e como interferem no estabelecimento dos conceitos científicos	19
4.2	Viabilidade do aprendizado mensurada através das mensagens que manifestam a o interesse e motivação dos alunos	24
4.3	Conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados: relação entre os mesmos e a realidade cotidiana do alunado	27
4.4	Papel do professor como mediador do conhecimento especialmente em turmas de turno noturno e suas implicações	31
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>LISTA DE APÊNDICES</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os conteúdos de Biologia Celular e Molecular, Genética e Evolução estão intrinsecamente relacionados, tanto que, é frequente retomar determinados conceitos de um assunto quando está se tratando de outro. Assim, é difícil estabelecer uma separação entre esses conteúdos e, inegavelmente, é estritamente necessário que todos sejam bem trabalhados e detalhados pelos professores, a fim de que não haja defasagem de compreensão por parte dos estudantes à medida que os assuntos transcorrem durante o ensino médio. Todos estes conteúdos didáticos estão previstos para o ensino médio conforme o PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio), que define e limita as temáticas para o ensino brasileiro.

De acordo com Krasilchik (2000 *apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 168), a compreensão do ensino de biologia possibilita ao aluno a capacidade de assimilar, refletir, criticar e aprofundar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos e a entender a importância dos mesmos na construção de tecnologia que irão gerar produtos que beneficiarão ou não a sociedade. Por isso, é fundamental que a biologia molecular e a genética sejam estudadas numa perspectiva construtiva, de modo que o alunado não somente compreenda os processos que estão inseridos nestes assuntos, mas também saiba se posicionar frente aos avanços ou retrocessos que perpassam mudanças na sociedade.

No entanto, muitos destes conteúdos ou simplesmente não são ministrados em sala de aula ou são aplicados de forma simplória e superficial, o que gera consequências posteriores - se analisado o entendimento discente de forma geral. Se os objetivos a serem atingidos no ensino de biologia fossem hierarquizados, estabelecendo-se as metas prioritárias a serem conquistadas, sem dúvida, a formação de um cidadão que domine a informação científica, a ponto de tornar-se crítico em relação aos próprios avanços científicos, ocuparia a primeira posição. É a esse fim que se devem destinar os esforços dos professores (MEC, 2006).

Historicamente, o professor de biologia tem sido obrigado a acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas, de modo que um de seus maiores desafios é construir o conhecimento de forma coletiva, sistematizada e acessível, o que demanda tempo e estudo. Grande é a carga horária dos professores do ensino médio, principalmente das escolas públicas. Essa carga excessiva faz com que o professor não tenha tempo hábil para se preparar e atualizar. O avanço nas áreas da ciência, como por exemplo, na área de genética, acontece rapidamente e muitos



docentes não conseguem atualizar-se em tempo hábil, principalmente porque a mídia em geral aborda assuntos complicados geralmente voltados para o ponto de vista tecnológico, a exemplo de genomas, transgênicos, epigenética, terapia gênica, etc. Muitos professores também possuem dificuldades para conviver com as novas tecnologias e com linguagens do mundo atual, podendo fazer com que a formação do professor seja considerada arcaica poucos anos depois de sua formação (Arruda, 1994; Diniz e Schall, 2001; Justina e Barradas, 2004 *apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 171).

De acordo com Casagrande (2006) a genética é a ciência da hereditariedade e o ramo da biologia que estuda os mecanismos de transmissão das características de uma espécie, passados de uma geração para outra, além das variações que ocorrem na transmissão das características e a importância delas na constituição dos organismos e na construção de tecnologias (*apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 168). Sendo assim, é essencial que a genética seja trabalhada com vistas à mutação molecular, fonte de variabilidade gênica e adaptação e evolução de novas espécies. Além disso, é importante que os conceitos de hereditariedade sejam explicitados, considerando as distinções entre o que pode ser genético e o que vem a ser hereditário, tanto no quesito conceitual como funcional.

No Brasil, os tópicos da genética fazem parte do conteúdo de biologia ensinado na 3ª série do ensino médio. Entretanto, a genética, como disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade. Para Vilela (2007) essa problemática se deve em grande parte ao não preparo adequado do docente que ministra a disciplina, pela falta de associação dos conteúdos dados frente a realidade no qual o aluno está inserido e pela forma abstrata de como os conteúdos são abordados em alguns livros didáticos (*apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 169). O alto grau de abstração necessários à compreensão de diversos conteúdos de genética também foi apontada por Catarrincho (2011, *apud* Rocha, 2013, p. 10) como uma das principais dificuldades no ensino de Genética, fazendo com que, muitas vezes, ele se sinta desmotivado a aprender assuntos como mitose, meiose, duplicação, transcrição, tradução, herança dominante e recessiva, mutações, entre outros. Dessa forma, é fundamental que o professor busque maneiras de tornar essas questões mais acessíveis e interessantes aos alunos, principalmente por meio de exemplos comuns, que evidenciem que o estudo da biologia não passa do estudo da vida real das espécies, suas mudanças, avanços e regressões.

Especificamente relacionado à segunda questão elencada acima - a falta de associação dos conteúdos com a realidade dos estudantes - o ensino tem sido visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos mesmos, o que gera um desinteresse total pelo trabalho escolar. Os alunos preocupam-se apenas com a nota e com a promoção, os assuntos estudados são logo esquecidos e aumentam os problemas de disciplina. Isso agrava também aos professores refletindo-se diretamente no aumento da problemática que enfrenta no ensino médio (Alves e Stachak, 2005 *apud* ROCHA, 2013, p. 9). Se os assuntos de biologia não são trabalhados com associação e conexão com a vida dos discentes, de seus familiares, amigos etc., logo as temáticas não são consideradas interessantes pelos alunos e, quando em pior situação, ainda são tidas como desprezíveis e/ou desnecessárias.

Nesta perspectiva, o educador de biologia deve estar atualizado para diminuir a problemática do ensino-aprendizagem através do domínio dos temas relacionados à área. Os professores de biologia são constantemente expostos a situações que demandam posicionamento crítico e discussões sobre temas complexos e polêmicos (Ayuso e Banet, 2002; Tizioto e Araújo, 2007 *apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 171). Em relação à biologia molecular e genética, surgem várias temáticas de cunho delicado, a exemplo de terapias gênicas ou portadores de anomalias cromossômicas e seus direitos na sociedade. Assim, é imprescindível que o docente atue não somente como um transmissor de conteúdo programático, mas também propicie, em sala de aula, a discussão de temas de relevância social e cívica.

Na seção III do PCNEM sobre Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, discorre-se que

“No ensino de Biologia, enfim, é essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribuindo para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades de mundo e da vida, capazes assim de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões.”

Nesse sentido, as ações precisam ocorrer de modo a reverter o que se tem visto na maneira tradicional de se ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, autônomo de

vivências, de referências a práticas reais e, assentar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso no qual os fenômenos biológicos podem ser apreendidos e decodificados, instrumento para nortear decisões e intervenções promovendo a alfabetização científica (La Luna, 2014)

Referenciando o ensino de Biologia, a pesquisa sobre a formação de conceitos tem demonstrado que estudantes da etapa final do ensino médio e também seus professores, apresentam dificuldades na construção do pensamento biológico, mantendo ideias equivocadas, não específicas a respeito de conceitos básicos como, célula, DNA (Ácido Desoxirribonucleico), câncer, contágio e prevenção. Verifica-se também que, embora muitas vezes, sejam empregados termos de conotações científicas como cromossomos, genes, transmissão de material genético, câncer, prevenção, suas respostas mostram que não há muita compreensão dos processos envolvidos. Observamos, desta forma, que o processo de prevenção de doenças e promoção da saúde desenvolvidos pelas escolas não estão sendo eficazes (Kapp *et al.*, 2010)

Segundo Bastos (1995), Alves (2001) e Martins *et al.*, (2010), muitos alunos também não conseguem fazer a associação entre alelo, gene, cromatina e cromossomo, e entender que essas estruturas estão ou fazem parte de uma mesma molécula que é o DNA. A não compreensão desses princípios básicos de genética conseqüentemente afeta o entendimento das técnicas atuais de biologia molecular (*apud* MOURA *et al.*, 2013, p. 169). Em virtude da falta de entendimento destas questões básicas, muitas outras concepções que envolvem a genética e biologia molecular ficam com déficit, impossibilitando que os estudantes tenham uma compreensão abrangente e clara desses assuntos.

Assim, é essencial que o aluno tome conhecimento da genética básica e consiga refletir criticamente sobre as possibilidades de terapia ou melhoramento genético para a espécie humana e as demais espécies. Além disso, compreender como o conhecimento científico se constrói permite perceber que o mesmo está sujeito a constantes mudanças. Instigar a busca por novas hipóteses, saberes e constatações é o que caracteriza a ciência como a estudamos.

Conforme Scheid e Ferrari 2006, p.17,

“No que se refere ao ensino de genética, um dos maiores problemas encontrados reside na veiculação da ideia\visão de Ciência como verdade

inquestionável. Essa concepção dificulta o entendimento da natureza da atividade científica e desestimula os estudantes”.

Uma vez que é inerente à disciplina de biologia os conteúdos de genética, o qual é o foco do presente trabalho, deve-se ressaltar que é fundamental que o aluno compreenda como as informações genéticas são codificadas no DNA, a definição da estrutura e funcionamento das células, determinando as características dos organismos. Além disso, deve-se conhecer o princípio básico de duplicação do DNA, o qual está sujeito a erros (as denominadas mutações) que originam novas versões do gene afetado (alelo), e que podem ou não causar problemas para os indivíduos. Por fim, é relevante considerar que as mutações possibilitam a existência da variabilidade gênica, refletindo diretamente na biodiversidade atual.

Em relação às denominadas anomalias cromossômicas, evidentemente mais estudadas na espécie humana, costuma-se trabalhar em aula as Síndromes de Down, Edwards, Turner, Klinefelter etc., cuja frequência na população possibilita que os alunos conheçam, ou até mesmo convivam, com indivíduos afetados, sendo esse um fator de aproximação entre o conteúdo com a realidade dos estudantes. Além da compreensão das diferenças entre os cariótipos, e das características peculiares de cada distúrbio, espera-se que os estudantes se tornem aptos a perceber, na sociedade, pessoas portadoras de tais síndromes, e possam se engajar para que elas possuam seus direitos efetivados, e para que a discriminação para com elas seja diminuída ou mesmo acabada.

Na seção II do capítulo 1 do PCNEM sobre Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que versa sobre as perspectivas da ação pedagógica, discorre-se que

“É importante, também, que o professor perceba que a contextualização deve ser realizada não somente para tornar o assunto mais atraente ou mais fácil de ser assimilado. Mais do que isso, é permitir que o aluno consiga compreender a importância daquele conhecimento para a sua vida, e seja capaz de analisar sua realidade, imediata ou mais distante, o que pode tornar-se uma fonte inesgotável de aprendizado. Além de valorizar a realidade desse aluno, a contextualização permite que o aluno venha a desenvolver uma nova perspectiva: a de observar sua realidade,

compreendê-la e, o que é muito importante, enxergar possibilidades de mudança.”

Além das mutações gênicas (representadas pela deleção, substituição e adição de genes) e das mutações cromossômicas (elucidadas pelas mutações numéricas e estruturais), têm-se os distúrbios multifatoriais, cujas causas dependem de vários fatores genéticos e ambientais. Em geral, alguns deles são trabalhados em sala de aula, dependendo do professor e do panorama de ensino do mesmo. É possível que se aborde as condições hereditárias e multifatoriais como obesidade e o câncer, consideradas interessantes do ponto de vista da população em geral.

No entanto, características de herança multifatorial não são trabalhadas com a mesma frequência que as de herança monogênica, uma vez que são consideradas muito complexas em relação a essas últimas, e este é um dos motivos que dificultam o seu estudo, pois são muitos fatores envolvidos para constituir apenas uma característica e para compreendê-las é preciso o entendimento e relação entre muitos conceitos básicos (Fontoura, 2016). Isso faz com que, muitas vezes, estes tópicos não sejam trabalhados em aula durante o ensino médio, uma vez que demandam uma compreensão de vários assuntos estudados em momentos anteriores.

Porém, o câncer, considerado como uma doença multifatorial, de grande prevalência e apelo social, pode ser um conteúdo importante para ser discutido no ensino médio, com vistas às suas distintas origens e consequências. É fundamental que se ministre o assunto enfatizando que as causas do câncer são variadas, podendo ser externas (relacionadas ao meio ambiente e aos hábitos de vida) ou internas (determinadas geneticamente) ao organismo. Estima-se que 80% a 90% dos cânceres estão associados a fatores ambientais, alguns deles bem conhecidos como o consumo do cigarro, - principal agente causador do câncer de pulmão -, a exposição excessiva ao sol - que pode causar câncer de pele -, o consumo do álcool, de alguns alimentos, a exposição a alguns agentes químicos, dentre outros. Esses fatores atuam alterando a estrutura genética das células, ou seja, seu DNA, favorecendo o aparecimento de novas alterações (Kapp *et al.*, 2010)

Embora seja de suma importância que o câncer seja trabalhado em sala de aula, este pode não ser um conteúdo verificado nas aulas do ensino médio. Por consequência, perde-se mais uma oportunidade de aproximação com realidade dos discentes. Além disso, tratar das modificações genéticas somente por um viés tradicional e explicativo, apartado de exemplos que integram o cotidiano do alunado, promove desinteresse por parte dos mesmos, o que não deveria ocorrer,

visto que a biologia implica o estudo dos seres vivos, com suas mudanças estruturais e funcionais. Dessa forma, a compreensão de educação deve estar embasada no processo de socialização dos indivíduos, por meio do qual se aprende a viver conhecendo as problemáticas reais da ciência, que estão inseridas no seu meio de vivência cotidiana.

Assim, o câncer, se trabalhado na terceira série do ensino médio, deve partir, necessariamente, das questões que embasam as suas circunstâncias, fazendo com que o ensino dessa temática tenha conexão com assuntos anteriores e instigue a curiosidade. O ideal é iniciar explanando que o câncer advém de mutações no DNA dos genes, originando alterações na construção das proteínas e, conseqüentemente, na configuração dos receptores celulares e proteínas de sinalização. Posteriormente, evidencia-se que os resultados das mutações nos genes são modificações estruturais e/ou funcionais das células, que podem até mesmo inviabilizar cascatas de reações metabólicas.

Partindo da concepção primordial de que as células se tornam “anormais”, elas passam a se proliferar nos tecidos, originando aquilo que conhecemos como neoplasia ou tumor. Ademais, estas células podem chegar na corrente sanguínea, e ser transportadas para outros tecidos, configurando as denominadas metástases. Uma vez que se tem tudo isso em mente, é necessário que as fases do câncer (iniciação, promoção e progressão) fiquem esclarecidas, conferindo aos discentes a capacidade de entender que o câncer se trata de um processo gradual que, à medida que se desenvolve, também se torna mais complexo.

Além do funcionamento do câncer, é fundamental que não se desconsidere as causas externas do mesmo, representadas por diversos fatores. Deve ficar esclarecido que, no caso desta doença crônica, as primeiras manifestações podem surgir após muitos anos de uma exposição única (radiações ionizantes, por exemplo) ou contínua (no caso da radiação solar ou tabagismo) aos fatores de risco. A exposição solar prolongada sem proteção adequada durante a infância pode ser uma das causas do câncer de pele no adulto. Os fatores de risco podem ser encontrados no ambiente físico, herdados ou resultado de hábitos ou costumes próprios de um determinado ambiente social e cultural. (INCA - URL: [http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=81](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=81))

Conclusivamente, é essencial que os temas de alterações genéticas sejam ministrados em sala de aula, em vistas ao desenvolvimento cognitivo e moral dos estudantes. Dessa maneira, além de aprenderem os processos que regem as mutações e o surgimento de distúrbios

cromossômicos, gênicos e multifatoriais, os alunos se tornam aptos a refletir sobre, buscar seus conhecimentos antecedentes vinculando aquilo que já sabem com o que estão destinados a estudar mais a fundo posteriormente. Nesta perspectiva, Nunes (2006) versa que a educação é a única ferramenta capaz de diminuir desigualdades e, com o extraordinário avanço científico, o intuito é que professores e estudantes despertem o interesse por temas contextualizados nas tendências globais e no seu cotidiano, projetando seu significado para uma atuação profissional responsável.

## **2 OBJETIVO**

Considerando os argumentos citados anteriormente, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os conhecimentos prévios e a efetividade do processo de ensino-aprendizagem de assuntos relacionados às alterações gênicas e cromossômicas. O enfoque do trabalho são os distúrbios cromossômicos e multifatoriais (o câncer, especialmente), através de avaliação da viabilidade de questionamentos e comentários advindos dos alunos. Além disso, também se pretende avaliar as habilidades dos alunos através da conexão do conteúdo trabalhado em sala de aula com as suas respectivas realidades.

## **3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

Com a finalidade de verificar e analisar a efetividade do processo de ensino-aprendizagem, bem como os conhecimentos prévios acerca dos assuntos de mutações genéticas e suas implicações, o presente trabalho está fundamentado em uma sequência de aulas, realizada com uma turma de 3º ano de Ensino Médio, no turno noturno, no Colégio Estadual Professor Jacob Milton Bennemann, da rede pública e estadual do município de Feliz- RS. Com a permissão da equipe diretiva e supervisão da escola e, através de do aval da professora regente da turma, foi possível realizar 8h aula em quatro dias letivos diferentes - 2h aula em cada dia-, todas expositivas em PowerPoint, numa sala específica da escola, a qual é considerada a sala multimídia (e também a única que apresenta acesso à internet). A carta de apresentação enviada à escola para permissão de realização do trabalho está reproduzida no Anexo I.

Em virtude do perfil dos alunos da escola ser majoritariamente de pessoas que trabalham durante o dia, é consenso entre os professores(as) da escola e da própria equipe diretiva que a aula inicie um pouco depois do horário formalmente definido (18h45). Isso deve-se ao atraso constante dos discentes verificado na grande maioria dos dias, visto que muitos deles saem tarde dos seus locais de trabalho. Os planos de aula estão reproduzidos no Anexo II, e os “slides” utilizados durante as aulas estão reproduzidos no Anexo III.

A primeira aula foi realizada no dia 03 de outubro de 2017, sendo iniciada por volta das 18h55 e findada às 20h20. O conteúdo estabelecido para esta aula foi alterações genéticas, suas causas e consequências. No entanto, a fim de contextualizar e retomar algumas considerações relevantes, alguns tópicos foram elencados e trabalhados anteriormente. Sendo assim, a aula foi iniciada com indagações como: o que é um cromossomo, o que é um gene e o que é um alelo. Posteriormente, foi trabalhada a origem dos cromossomos no corpo dos organismos, e questionamentos sobre a hereditariedade e caráter das mutações (maléfica\desvantajosa\deletéria ou benéfica\vantajosa\favorável ou neutra). Além disso, trabalhou-se a causa das mutações (espontâneas ou induzidas), a aleatoriedade das mutações e, por fim, foi expressa rapidamente a existência das mutações gênicas e cromossômicas, suas distinções e peculiaridades. Apenas para finalizar a aula com uma contextualização que permitisse melhor entendimento, foram rapidamente exemplificadas tipos de mutações numéricas e estruturais (as quais constituem as mutações cromossômicas).

A segunda aula foi ministrada no dia 10 de outubro de 2017, começando por volta das 19h e terminando às 20h20. Nestes períodos foram trabalhados os tipos de mutações existentes. A fim de iniciar de maneira mais ampla para os alunos se situar quanto ao estabelecimento das mutações, explanou-se onde elas ocorrem (no soma - corpo - ou nos órgãos reprodutivos). Isso seria essencial para a compreensão dos cromossomos que necessariamente são transmitidos para a próxima geração e aqueles que não o são. Assim, o começo da aula baseou-se numa diferenciação entre o que são as mutações somáticas e o que são as germinativas. A partir disso, foi explicada o que vem a ser as mutações cromossômicas, diferenciando-as em estruturais e numéricas. Em relação às primeiras, explicou-se a deleção, inversão, duplicação e translocação. Já relativo às numéricas, foi realizada a distinção entre euploidias e aneuploidias. Relativamente às euploidias, evidenciou-se inicialmente seu princípio básico, explicando a monoploidia e a poliploidia, sendo que no caso da primeira o exemplo foi a partenogênese verificada nas abelhas



e no caso da segunda, a triploidia, tetraploidia, octoploidia, etc. Em relação às aneuploidias, primeiramente foi explanado no que elas consistem e, em seguida, os principais tipos (nulissomia, monossomia, trissomia, tetrassomia). Esta aula fora de muitos conteúdos englobados, com muitos termos novos para os alunos.

A terceira aula novamente iniciou por volta das 19h e findou às 20h20, ocorrendo na data de 17 de outubro de 2017. Nesta aula, foi dada continuidade ao assunto “tipos de mutações”, sendo que foi relativamente menos densa que a anterior, pois fora embasada em exemplificações dos tipos de aneuploidias, o que fez com que os alunos se engajassem mais em prestar atenção e participar da aula. Para retomar o assunto, foi ilustrado um cariótipo humano normal, com a finalidade de que este fosse a base para o entendimento das aneuploidias e suas diferenças de cariótipos. Para cada tipo de aneuploidia, havia um exemplo. Assim, para a aneuploidia monossômica, a Síndrome de Turner, para as trissômicas, Klinefelter, Down, Patau e Edwards, além das Síndromes Super Macho e Super Fêmea, estas verificadas nos cromossomos sexuais. Com o intuito de que os alunos entendessem a diferença entre as síndromes relatadas, foi esclarecida a diferença entre cromossomos autossômicos e sexuais, a fim de que eles compreendessem a significância e o propósito de cada um. Ademais das mutações cromossômicas, foram exemplificadas as mutações gênicas (a explicação acerca das mesmas já havia sido feita na aula precedente), por meio dos distúrbios genéticos denominados anemia falciforme, albinismo e distrofia muscular de Duchenne.

A quarta e última aula foi um pouco mais curta, acontecendo no dia 24 de outubro de 2017, sendo iniciada por volta de 19h05 e findada aproximadamente 20h15, pois era o último dia da sequência didática e haveria uma despedida ao encerrar da aula. Essa aula foi tecnicamente um pouco distinta das demais, até por se tratar de um conteúdo muito raramente ministrado em ensino médio, que é o assunto de câncer. O primeiro tópico abordado foi a etiologia do câncer, bem como no que ele consiste propriamente (alterações genéticas dos sistemas que regulam as células) e a formação do tumor. Para que os alunos entendessem melhor como ocorre essa desregulação, foram explicados previamente quais mecanismos são afetados (os fatores de crescimento, os receptores de membrana plasmática, as moléculas sinalizadoras e os fatores de transcrição nucleares, etc.). Posteriormente, abordou-se que as mutações ocorrem em qualquer uma das etapas, e que seu acúmulo produz as células tumorais. Também foram trabalhados os estágios do câncer: iniciação, promoção e progressão, tal como o fato de ser uma doença

multifatorial e não monogênica - como aquelas verificadas nas aulas anteriores. Logo após, foram vistos os principais fatores que causam o câncer (fatores internos e externos), onde as células tumorais podem se desenvolver (geralmente em órgãos somáticos), a incidência populacional diferencial dos cânceres, o fato destas células tumorais poderem se “suicidar” - através da apoptose - e, por fim, a conceituação de metástase, suas características e diferenças em relação aos tumores fundamentalmente. Para finalizar a aula, e para tornar o assunto ainda mais próximo da realidade discente, foram ilustrados alguns tipos de cânceres, suas causas como leucemia, carcinomas, sarcomas, linfomas e tumores do SNC.

A fim de aplicar o conteúdo proposto, foram realizados questionamentos e posteriores explicações acerca do que é uma alteração genética e o que significam os diferentes tipos de mutações. Logo após, as causas das mutações foram explanadas, bem como a natureza aleatória das mesmas. Por fim, foi esclarecido a existência das mutações gênicas e cromossômicas, com exemplos sucintos de cada uma.

Considera-se que uma sequência de aulas compõe aspectos que vão desde o planejamento das aulas até manifestos por parte dos discentes que expõe a sua compreensão das aulas ministradas, enaltecendo as variáveis da prática educativa. Por este viés, segundo Menegotto (2015) essas variáveis compõem a metodologia e levam em consideração, além da proposta de atividades ou tarefas, uma forma de agrupá-las em sequências didáticas compreendendo os tipos de conteúdos de aprendizagem; além de determinadas relações e situações comunicativas que permitem identificar os papéis concretos dos professores e alunos, formas de agrupamento ou organização social da aula; uma maneira de distribuir espaço e tempo; um sistema de organização de conteúdo; um uso de materiais curriculares e um procedimento para avaliação das aprendizagens.

Assim, foram foco de análise do estudo as observações e percepções oriundas da autora do trabalho a partir do andamento das atividades bem como as impressões dos discentes através das suas dúvidas e questionamentos, os quais estão transcritos na discussão abaixo realizada. A análise do conteúdo tem como ponto de partida, basicamente a mensagem, essencialmente por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos que evidenciem a assimilação e o entendimento do assunto trabalhado por parte dos alunos. A reprodução dos trechos discentes, contidos no andamento da discussão, são oriundos de gravações em equipamento eletrônico, efetivadas

durante a sequência de aulas. Visando sondar os conteúdos das mensagens a fim de atingir uma significação que explique a concepção do alunado, são apresentadas as seguintes categorias de análise, formuladas a partir dos objetivos propostos neste trabalho, e também dos excertos retirados de materiais de análise:

1. Questões de cunho senso comum envolvidas no andamento das aulas e como interferem no estabelecimento dos conceitos científicos
2. Viabilidade do aprendizado mensurada através das mensagens que manifestam a o interesse e motivação dos alunos;
3. Conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados: relação entre os mesmos e a realidade cotidiana do alunado;
4. Papel do professor como mediador do conhecimento especialmente em turmas de turno noturno e suas implicações.

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção serão analisados e discutidas as categorias propostas, a partir de fragmentos da produção da sequência de aulas organizada pela autora do presente trabalho e do retorno discente da realização das atividades.

- 1. Questões de cunho senso comum envolvidas no andamento das aulas e como interferem no estabelecimento dos conceitos científicos*

O senso comum, por si só, apresenta uma importância significativa para a história das concepções científicas, uma vez que advém da experiência tradicional, a qual é propriamente humana e se solidifica através da comunicação. De forma mais simplificada, o senso comum é o saber que se adquire através da vida em sociedade e que, de certa forma, pode ser essencial para orientar os seres humanos em diversas situações. No entanto, relativamente aos conceitos de biologia e genética, verifica-se que este nível muito básico de conhecimento, associado a experiências subjetivas, resulta em noções muito vazias ou até mesmos errôneas.

Germano (2011) afirma que, durante a comunicação, tanto os agentes sociais coletivos, como a mídia ou a escola, quanto os individuais, como o cientista ou o professor, estariam procurando melhorar ou tornar mais completo, o saber do público ou dos estudantes a respeito de um determinado fenômeno. Isso se exprime simbolicamente pela persuasiva metáfora iluminista: trata-se de iluminar, esclarecer os que vivem na escuridão da ignorância para que todos possam se situar numa mesma posição de igualdade ao avaliar o que fazer numa situação que envolva o conhecimento daquele fenômeno.

Por este viés, o conhecimento científico vem à tona como uma continuação do senso comum, já que tem como base as pesquisas que comprovam ou desmentem fatos. Em sala de aula, isso fica bastante evidente, porque os alunos trazem consigo a consciência prática do senso comum, apreendida das mais diversas formas (aqui destaca-se principalmente a mídia e as pessoas do seu meio de convivência).

Com o início da presente prática docente foi possível aferir o quanto o senso comum está presente no meio educativo, como segue no trecho a seguir:

*“Eu ouvi falar que as pessoas com Síndrome de Down têm a sexualidade mais aflorada”*

Trecho mencionado por aluno durante a aula do dia 17.10.17

Percebemos aqui que a ideia de que os portadores de Síndrome de Down possuem a sua sexualidade mais despontada que as demais pessoas está difundida na sociedade, uma vez que grande parte da turma de alunos alegou acreditar que isso seja uma verdade (ao concordar com a afirmação do aluno acima referenciado). No entanto, isso se configura como um mito, que advém principalmente do fato de que grande parte da população não considera sua sexualidade (referência aos portadores de SD, e no sentido de que as demais pessoas tratam com irrelevância e até mesmo negligenciam as questões sexuais destes indivíduos, o que leva as primeiras a considerar as atitudes dos mesmos hiperssexualizadas). Desta forma, eles acabam sendo reprimidos e não recebem orientação sexual apropriada, ocasionando comportamentos inadequados (Fundação Síndrome de Down, 2013). Outra razão que poderia explicar a origem deste mito entre a sociedade é a falta de amigos e os preconceitos para com as pessoas com SD, o

que constituem barreiras sociais que interferem e, muitas vezes, impedem a vivência da sexualidade (Moreira e Gusmão, 2002).

Seguindo este entendimento da existência do senso comum, de acordo com Bachelard (1996 *apud* JUSTINA, 2001), no âmbito escolar há a necessidade de romper com as verdades primeiras, ligadas ao senso comum, para aquisição de novos conhecimentos. Para que ocorra esta ruptura é necessário o confronto entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico.

Assim, ao realizar as práticas de ensino, os docentes se deparam continuamente com estas questões que dialogam com o senso comum. No entanto, pode haver conflitos de saberes, o que, nesses casos, demandará mais paciência e compreensão dos professores, uma vez que pode haver mais dificuldades em ressignificar (agora de acordo com o saber científico) um termo de uso comum, do que já apresentar um novo termo científico já com um significado preciso. Para exemplificar, este é o caso do termo hereditário, que é comumente tratado como sinônimo de genético.

Nota-se essa construção ao longo do seguinte trecho relatado por uma estudante na primeira aula de alterações genéticas (03.10.17):

*“[...] Então se uma mutação acontece nos genes, com certeza ela é hereditária, porque o que se está na genética da pessoa é hereditário!”*

A partir disso, fica visível que estes conceitos parecem não ser claros para os alunos, os quais pressupõem que, se uma mutação acontece em algum gene de um organismo, necessariamente ela é passada adiante nas gerações. Essa é uma informação perceptível nos meios de comunicação particularmente - os quais se valem destes conceitos para divulgar o conhecimento para a população (em especial relativo às doenças de cunho hereditário), - o qual nem sempre está em consonância com o conhecimento científico e o uso rigoroso de seus conceitos.

Outro tema muito afetado por noções do senso comum é o câncer, especialmente relacionados às questões de origem do mesmo. Em geral, a sociedade percebe o câncer como um

“azar”, um erro que aconteceu por acaso, o que, até certo ponto, não deixa de estar correto. Entretanto, por vezes, distancia disto os fatores externos que propulsionam o câncer (a não ser aqueles pertinentes ao tabagismo ou exposição prolongada ao sol, os quais são muito difundidos na mídia como causadores de câncer). Embora ainda sendo, esses dois últimos, também probabilísticos por natureza, o que é compatível com a ideia comum de “azar”. Isto pode ser percebido no trecho abaixo relatado por uma aluna na aula de câncer (24.07.17):

*“Eu pensava que só o cigarro e a pessoa ficar no sol no horário errado poderiam causar câncer, mas não sabia que se expor a produtos químicos e comer mal também podem ‘dar’ essa doença.”*

Nesta perspectiva, cabe ressaltar que Pereira (2015) versa que os conteúdos divulgados na mídia sobre o câncer tendo a temática oncológica como ponto principal, precisam ser analisados de maneira crítica, de modo a constituir uma investigação centrada nas mensagens, nos depoimentos dos atores sociais envolvidos, na forma e no sentido com que as narrativas são construídas e, assim, compreender, acima de tudo, os significados mobilizados nesse contexto para projetar efeitos sociais possíveis. Por exemplo, para um bom entendimento da questão do câncer pela população em geral, seria ideal que as reportagens midiáticas levassem em consideração a história de vida de alguém que o possui, de modo a analisar possíveis causas externas que pudessem ter desencadeado a doença, além de frisar as questões puramente genéticas e/ou hereditárias envolvidas. Dessa forma, é possível que o estudante chegue ao meio escolar com uma informação mais completa e verídica das causas e efeitos dos cânceres da população e, como consequência, saiba se portar frente à essa doença e suas implicações.

Um tópico que também ganhou espaço nas aulas de mutações, refere-se ao caráter das mesmas. Uma vez que as mutações são a causa primordial de muitas patologias e/ou síndromes, além de serem a fonte primária de variação genética de relevância evolutiva, elas foram consideradas, pela grande maioria dos estudantes da presente turma analisada, como desvantajosas para os indivíduos. Portanto, no tocante à questão da natureza das mutações, os discentes normalmente têm em mente que elas são unicamente “ruins”, já que conferem malefícios ou distúrbios aos organismos. Aqui, portanto, configura-se mais uma questão

relacionada ao senso comum, porque a palavra mutação, por si só, pode imprimir a ideia de transformação em algo ruim, a exemplo de uma doença propriamente, o que cria uma concepção de que mutação, necessariamente, é sinônimo de alguma consequência negativa.

Isso foi nitidamente verificado na aula sobre alterações genéticas (03.10.17), através do relato de um discente que expressou sua ideia inicial:

*“Mutação genética é quando altera alguma coisa no DNA e gera algo ruim, como uma doença, por exemplo”*

Esta compreensão de mutação genética como algo exclusivamente desvantajoso esteve vinculada, sobretudo durante as aulas, às síndromes cromossômicas e ao câncer em especial. Relativo a este segundo, pode-se dizer que o mesmo provém do fato de que o entendimento do câncer é dado como um acúmulo de mutações e, na maioria dos casos, como um exemplo de predisposição genética a agentes endógenos e exógenos, implicando em compreender a importância das mutações neste contexto e os fatores ambientais atrelados a estas alterações genéticas (Silva, Franzolin e Bizzo, 2016). Dessa forma, entender que as mutações podem ser vantajosas ou mesmo neutras vem à tona como uma novidade para o alunado, já que os meios de informação e a sociedade em si parecem propagar, majoritariamente - com exceção das poucas reportagens focadas na mutação como novidade positiva, a exemplo da intolerância à lactose -, a ideia de que mutação genética, impreterivelmente, irá conferir algum prejuízo ao organismo.

Outra vaga noção diretamente associada ao senso comum foi verificada na terceira aula desta sequência. Tratava-se das Síndromes Super Macho e Super Fêmea, visto que, devido à existência de um cromossomo sexual a mais no cariótipo dos indivíduos - em Super Macho, verifica-se um Y a mais, e em Super Fêmea um X a mais - muitos alunos demonstraram ter a errônea ideia de que os portadores homens deste distúrbio genético são mais masculinizados, no primeiro caso, ou mais feminilizadas, no caso das mulheres portadoras do distúrbio. Essa noção equivocada surgiu quando uma estudante exclamou na aula de tipos de mutações (17.10.17):

*“O Super Macho tem bem mais testosterona que os outros homens, então ele deve ser bem mais masculinizado também”.*

Indubitavelmente, ficou perceptível que os estudantes não compreendiam tão facilmente essa questão, tendo que, a presente autora do trabalho, explicitar que o fenótipo dos indivíduos portadores (com relevância das características que vão desde o comportamento psicossocial até os aspectos físicos) não necessariamente tem relação com a quantidade de hormônios sexuais existentes no organismo dos indivíduos portadores dessas síndromes.

*2. Viabilidade do aprendizado mensurada através das mensagens que manifestam o interesse e motivação dos alunos*

Durante toda nossa vida escolar, somos alunos. Aprendemos, renegamos algumas ideias e até mesmos ideais, construímos e reconstruímos noções continuamente. Isso faz parte do processo de ensino-aprendizagem que, em última análise, é essencial para a construção de conceitos e opiniões de cunho pessoal. Corroborando essa concepção, temos Piaget, que alega que o conhecimento não está no sujeito – organismo, tampouco no objeto – meio, mas é decorrente das contínuas interações entre os dois. Para ele, a inteligência é relacionada com a aquisição de conhecimento à medida que sua função é estruturar as interações sujeito-objeto (Ferracioli, 2007).

Percebemos o avanço da construção do conhecimento por meio da aprendizagem a partir do fragmento que segue, relatado por um discente na aula sobre os tipos de mutações (17.10.17):

*“Eu nunca imaginei que a idade da mãe do bebê pudesse ter influência em ele (o bebê) ser ou não portador de alguma Síndrome. Mas isso é muito relevante saber!”*

Nessa visão, à medida que se desperta o interesse no aluno para a apreensão do conhecimento, também se desenvolve o caráter motivacional, uma vez que a motivação parte da vontade de entender mais sobre algo, de desvendar e construir raciocínio, de modo a poder se



expressar posteriormente. No entanto, nem sempre os alunos percebem o valor dos trabalhos escolares, pois, muitas vezes, não conseguem compreender a relação existente entre a aprendizagem e uma aspiração de valor para a sua vida. O que faz com que eles não se envolvam no trabalho (Moraes e Varela 2007). Assim, é necessário que, constantemente, as aulas provoquem interesse nos estudantes, a fim de que eles se sintam motivados a aprender e realizar as atividades, considerando o limite de suas capacidades e aspirações.

Conforme menciona De Paiva e Lourenço (2010):

“A motivação no contexto escolar tem sido avaliada como um determinante crítico do nível e da qualidade da aprendizagem e do desempenho. Um aluno motivado revela-se ativamente envolvido no processo de aprendizagem, insistindo em tarefas desafiadoras, despendendo esforços, utilizando estratégias apropriadas e procurando desenvolver novas capacidades de compreensão e de domínio. Manifesta entusiasmo na execução das tarefas e brio relativamente aos seus desempenhos e resultados. Criar esta cultura de atuação na escola poderá ser o pilar essencial para a ação de aprender.”

Esse pensamento de motivação para aprender foi vinculado até mesmo a uma ideia futurista de uma aluna na segunda aula sobre os tipos de mutações (17.10.17), ficando visível especialmente na seção em que se trabalhou as síndromes de Super Macho e Super Fêmea, pois envolveu-se o assunto de hormônios. Sua manifestação, então, fez associação entre a aula e seu planejamento de vida futuro, como observa-se abaixo:

*“Nossa, me chamou atenção o fato de que a mulher também produz testosterona. Sabe por quê? Porque eu penso em ser médica”*

Portanto, reavivar o interesse produz mais empenho em aprender, o que resulta, em última instância, na relação do presente aprendizado executado momentaneamente em sala de aula com uma perspectiva vindoura do alunado. Assim, os professores devem ir além do cognitivo, precisando avaliar a afetividade, pois à medida que o educando adere às propostas feitas, teremos, certamente, uma mudança de comportamento, o que pressupõe aprendizagem (Raasch, 1999).

Ademais, é de suma importância, ponderar a afetividade no processo de ensino-aprendizagem, principalmente considerando que esse processo ocorre em decorrência de interações sucessivas entre as pessoas a partir de uma relação vincular, e é através do outro que o indivíduo adquire novas formas de pensar e agir e, dessa forma, apropria-se (ou constrói) novos conhecimentos (Tassoni, 2000). Isso pode ser constatado no trecho seguinte, expresso com emoção por uma aluna na aula sobre câncer (24.10.17):

*“Achei muito interessante saber como funciona o câncer, pois minha mãe faleceu dessa doença há um mês. Ela teve câncer de pele, porque ficava exposta ao sol no horário errado”*

O relato acima descrito, além de gerar certa comoção na turma como um todo, reflete o quanto os sentimentos e emoções estão intimamente vinculados ao interesse dos alunos em aprender. Isso se deve, essencialmente, ao fato do discente verificar sentido no que está aprendendo, já que está relacionado com suas vivências cotidianas, inferindo na ideia consensual de que a biologia nada mais é do que o estudo da vida, suas implicações desde o nascimento até a morte.

Assim sendo, o câncer é, por si só, um tema que abrange muitos questionamentos, uma vez que decorre da curiosidade do alunado, que vislumbra relevância no assunto, quer entender e aprender mais sobre. Não obstante, observa-se algumas poucas certezas sobre as palavras que envolvem o conteúdo e suas conceituações. A partir disso, o interesse se torna ainda mais explícito, pois é através do esclarecimento que o conhecimento ganha sentido e é visto como útil

pelos alunos. Tal ideia ficou evidente novamente na aula sobre o câncer (24.10.17), na qual um aluno exclamou:

*“Eu pensava que tumor era somente maligno. Não sabia que existiam tumores benignos e que eles podem se desfazer (referência à apoptose)”*

Por este viés, resgata-se aqui a noção de que a relação aluno-professor deve ser a mais horizontal possível, a fim de que a cascata de sentimentos: curiosidade, interesse e motivação se contemplem e sejam coerentes com a vida das pessoas principalmente no meio externo à sala de aula. Nas palavras de Kubo e Batomé (2001):

*“Mais concretamente, o ensino precisa ser planejado a partir da especificação do que é necessário produzir e com o que é preciso lidar (realidade com a qual o aluno tomará contato) para poder produzir resultados de interesse’. Só com essas duas informações (a situação resultante desejável e a situação existente da qual é necessário partir) é possível dizer qual o trabalho (as ações humanas) que será necessário para a produção desse resultado a partir dos aspectos concretos da realidade (situações) com os quais a pessoa se defrontará ou com que precisará lidar.”*

*3. Conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados: relação entre os mesmos e a realidade cotidiana do alunado*

As investigações em Ensino de Ciências têm revelado a importância das concepções dos alunos no processo de ensino/aprendizagem. Há evidências que durante esse processo, um conceito já existente, ainda que falso em um plano científico, serve de sistema explicativo eficaz e funcional para o estudante (Astolfi e Develay, 1990 *apud* REBELLO, 2000). Assim, a grande maioria dos alunos já chega no meio escolar com alguma ideia a respeito dos temas futuramente trabalhados em sala de aula, porém, muitas vezes, esses mesmos não são capazes de verificar a

relação entre o que se sabe, o que se é estudado e a sua própria realidade. Isso se tornou nítido já na primeira aula sobre alterações genéticas (03.10.17), na qual um aluno manifestou-se quando perguntados sobre a origem dos cromossomos:

*“É claro que vêm dos pais, prof<sup>a</sup>! Eu acho que uma parte é do pai e outra é da mãe”.*

A frase acima exposta tem relação, sobretudo, com o fato de que a maioria das pessoas sabe que os genes são oriundos dos progenitores, já que as características que constituem os fenótipos dos indivíduos revelam isso. Assim, esta noção de que os cromossomos têm origem nos pais parece ser estabelecida no meio leigo, diferentemente de outras, a exemplo da hereditariedade das mutações genéticas.

Sendo o ensino de genética notadamente relacionado à vida dos indivíduos (seja qual for a espécie analisada), uma vez que implica no conhecimento dos genes, alterações genéticas e transmissão hereditária, trata-se, essencialmente, da configuração genótipo-fenótipo, sendo, aparentemente, a primeira não bem compreendida pela sociedade em geral, mas a segunda mais bem visualizada pela mesma. Por este viés, uma aprendizagem é tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece, seus conhecimentos prévios e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem (Paiva e Martins, 2005).

Conforme Pelizzari et al. (2002):

*“A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.”*

Por esta perspectiva, ao chegar o momento de adquirir conhecimento em sala de aula através do professor, muitos questionamentos surgem, essencialmente advindos do meio social dos discentes (incluindo familiares, amigos, etc) e dos meios de comunicação (principalmente internet e/ou TV). Concernente à sequência de aulas que é objeto deste estudo, pode-se alegar que houve diversos momentos em que os alunos exprimiram suas concepções prévias acerca do assunto alterações genéticas, detalhadamente nas aulas de mutação e câncer. O fragmento seguinte, relatado por um aluno na aula de câncer (24.10.17) e durante a pergunta sobre o que vem a ser metástase , externaliza essa ideia:

*“Metástase é quando o câncer sai do lugar onde ele está e vai para o resto do corpo.”*

Esta frase, embora não esteja em sua totalidade correta (o câncer não sai do lugar em que está, na metástase ele se dirige para outros tecidos/órgãos do corpo), apresenta o parecer preliminar do discente que, de certa forma, já revela um determinado conhecimento acerca do assunto abordado. Isto posto, pode-se considerar o papel do docente, que vem à tona como alguém que propõe a interação, descoberta e, quando necessário, a ressignificação de conceitos científicos. Dessa forma, ao perceber o conhecimento relativamente impreciso do alunado - como o exemplificado acima -, o professor é o mediador primeiro da elucidação das ideias, de modo a imbuir os alunos de capacidade de investigação e interação cognitiva entre os conceitos e suas significações.

Segundo Tauceda (2014):

“Na identificação das concepções prévias dos sujeitos, o professor reorganiza seus conhecimentos para propor situações-problema que interajam com a estrutura conceitual da matéria de ensino. Ele também é responsável pela promoção de situações de debate dos significados, produzidos pelos sujeitos, no contexto da sala de aula. Logo, os

professores/formadores não devem repetir a “lógica” do ensino tradicional, que os professores das escolas frequentemente utilizam.”

Na secção que englobava os mitos e verdades sobre a Síndrome de Down, os conhecimentos antecedentes dos alunos estiveram bastante notórios, uma vez que esta aneuploidia é bastante conhecida na sociedade como um todo. A grande maioria dessas ideias estiveram corretas, demonstrando que, nem sempre as noções de senso comum serão majoritariamente errôneas quando abordarem assuntos científicos. Quando questionados se os portadores de Síndrome de Down podem ou não adoecer mais facilmente que as demais pessoas, a grande maioria dos alunos alegou que corretamente que sim. Para contemplar a grande maioria dos alunos que respondeu de forma certa, uma aluna fez a seguinte exclamação:

*“Sim, eles (os portadores de SD) sempre vão em vários médicos! Lá na APAE mesmo eles (os profissionais da saúde) até encaminham, né?!”*

A frase acima relatada profere que muitas das decorrências fenotípicas das síndromes cromossômicas são, de fato, de conhecimento da população em geral. Entretanto, durante a aula de síndromes cromossômicas, ficou perceptível que a grande maioria delas são desconhecidas com vistas a seus nomes, e não propriamente às suas características. Isso se refletiu ao transcorrer da explicação sobre Síndrome de Turner, Edwards e Klinefelter, especialmente, durante as quais os estudantes demonstravam saber alguns caracteres relativos à forma do corpo dos portadores, mas, essencialmente, ao seu comportamento (foram mencionadas, diversas vezes, a possibilidade de deficiência mental das pessoas portadoras de alguma destas síndromes).

Fracalanza (1986 *apud* ROCHA, 2013, p. 17) defende um modelo cognitivo de aprendizado, no qual os educadores levantam problemas do cotidiano, questões reais, para que os alunos busquem as soluções. Mesmo que as respostas não sejam satisfatórias para o professor, não se deve descartar o fato de que o aluno tenha racionado para chegar à conclusão. É preciso tentar conhecer como o mesmo estava pensando (o que leva-o a chegar a conclusões diferentes das nossas), como ela está representando as ideias para si.

Diferentemente do que ocorrera com as mutações cromossômicas, as quais os alunos tinham um breve conhecimento sobre, as mutações gênicas foram de amplo desconhecimento por parte dos mesmos. Tanto a respeito da anemia falciforme quanto da Distrofia Muscular de Duchene não houve basicamente nenhum manifesto de conhecimento por parte dos estudantes. Entretanto, o albinismo apresentou uma discrepância visível entre as duas doenças referenciadas anteriormente, já que esta constitui uma condição mais bem difundida na sociedade. Corroborando a ideia de que tal distúrbio genético é de conhecimento de grande parte da população, sucedeu-se a seguinte colocação de uma aluna durante a explanação sobre o albinismo:

*“Não existe uma cidade no nordeste em que muitas pessoas são albinas?!”*

Esta alusão reflete que, embora a maioria das pessoas não saiba os mecanismos técnicos da alteração gênica do albinismo, por exemplo, divulga-se sobre sua existência, superficiais condições dos seus portadores e, além disso, algumas curiosidades. Assim, por mais que a frase acima referida não expunha o conhecimento da mutação no gene com alteração da enzima, ela externaliza um fenômeno evolutivo importante, o efeito fundador (o qual foi rapidamente explicado pela presente autora do trabalho para contemplar de forma coerente o questionamento da estudante).

Conclusivamente, é de extrema importância que o docente traga para a sala de aula exemplos que possam instigar o conhecimento dos alunos, criando um cenário de ideias que advenham de situações-problema em especial. Conforme menciona Tauceda (2014), unindo problemas experimentais com teóricos, o aluno interage seus conhecimentos prévios com os científicos, construindo uma “ponte” cognitiva. O professor deve promover atividades participativas e que suscitem questionamentos, pois estas são facilitadoras da aprendizagem Demo (2007, *apud* TAUCEDA, 2014, p.91).

*4. Papel do professor como mediador do conhecimento especialmente em turmas de turno noturno e suas implicações*

É sabido que o professor é fundamental para a manutenção do processo de aprendizagem que, não obstante, vem se tornando cada vez mais dinâmico, sendo o docente não apenas um mero transmissor de conhecimento, mas um estimulador e orientador de processos que levam os alunos a construírem continuamente seus valores, atitudes e habilidades. Dessa forma, os mesmos são capazes de crescer como pessoas, configurando-se como cidadãos e futuros trabalhadores, desempenhando uma influência construtiva. Trata-se, portanto, de um desafio de contribuir com a educação das pessoas, a fim de resgatar valores de acordo com os princípios de ensino-aprendizagem que visem, finalmente, o educar através do ensino.

Entretanto, o processo referido não se dá igualmente, uma vez que as condições sócio-culturais alteram a vida escolar dos estudantes, principalmente no que se refere ao turno em que frequentam a escola. Assim, há distinções entre os discentes que comparecem às aulas durante o turno diurno e aqueles que o fazem no turno noturno, em especial relativas ao fato de que esses últimos tipicamente trabalham durante o dia e, em virtude disso, têm sua trajetória escolar reformulada. Por vezes, verifica-se fracasso ou desistência escolar, porque a estrutura de vida os desestimula a continuar estudando.

Nas palavras de Hickmann (1992):

“Toda a trajetória deste aluno que, diante da embrutecedora realidade sócio-político-econômica brasileira, é obrigado a conciliar estudo e trabalho e forçosamente abandonar a escola diurna em relação à escola noturna, se depara novamente com mais este obstáculo: sobreviver na e apesar das dificuldades da escola noturna.”

Togni e Soares (2007) destacam que o ensino noturno apresenta outras inconveniências e algumas características peculiares, que precisam ser levadas em conta para se contemporizar as consequências: os professores muitas vezes estão no terceiro turno de trabalho diário, quase todos os alunos têm jornadas de trabalho de oito ou mais horas diárias, não raro em atividades pesadas e difíceis, os conteúdos fogem da área de interesse dos alunos, etc. Isso tudo afeta,



indubitavelmente, a aprendizagem destes discentes, visto que o cansaço proveniente de horas de trabalho induz a uma apreensão diferente e limitada dos conteúdos.

Além disso, as aulas no turno noturno costumam iniciar um pouco mais tarde e finalizar um pouco mais cedo, diminuindo o número de horas em sala de aula e, conseqüentemente, limitando o tempo em sala de aula. Como já havia sido referido na metodologia do presente trabalho, na qual fora declarado que os alunos do ensino médio noturno inviabilizam o início das aulas no horário teoricamente definido - em virtude de estarem, anteriormente ao começo da aula, nos seus respectivos ambientes de trabalho - pode-se elucidar a reflexão de Navarro (2005):

“O ensino noturno é mais suscetível às estratégias de burla das exigências legais, sob o argumento da necessária tolerância para com os que trabalham, com os que moram longe, os que têm outros compromissos, etc. Muitas vezes, essas dificuldades acabam por traduzir-se em estratégias de facilitação, tais como a redução dos tempos das aulas, principalmente nos primeiros e últimos horários, atitudes que brotam muitas vezes de um consentimento dos envolvidos – estudantes, professores e demais funcionários -, constrangidos pelo horário do ônibus, pela violência do bairro, entre outros fatores que põem em risco o conforto e a segurança de todos.”

Por esta perspectiva, fica evidente que há inúmeros empecilhos ao estudo no turno noturno, diferentemente daquilo que é verificado, majoritariamente, no turno diurno. Felizmente, a violência, no caso da escola aqui evidenciada não é algo presente, uma vez que se trata de uma escola localizada numa cidade pequena, no interior do estado do RS, com ínfimos casos de violência. No entanto, isso não é o que se observa nos grandes centros urbanos, nos quais a violência é um fator que influi diretamente na vida escolar dos estudantes.

Mesmo com todos os obstáculos enfrentados e as dificuldades cotidianas, é possível ponderar que os alunos ainda veem a escola como um ponto de partida para melhora de vida, como uma esperança de finalizar os estudos e, ainda, poder dar continuidade aos mesmos. Aqui destaca-se Freire (1997), que alega que uma das tarefas do educador ou educadora progressista, através da análise política, séria e correta, é desvelar as possibilidades, não importam os

obstáculos, para a esperança, sem a qual pouco podemos fazer porque dificilmente lutamos e quando lutamos, enquanto desesperançados ou desesperados, a nossa luta é uma suicida, é um corpo-a-corpo puramente vingativo.

Uma característica intrínseca aos alunos do ensino noturno é apresentar evidente cansaço durante as aulas, uma vez que, ao executarem a tarefa de trabalhar durante o dia e estudar durante a noite, tornam-se esgotados física e mentalmente, o que pode refletir no seu rendimento em sala de aula. Isso foi claramente revelado por uma aluna na aula sobre o câncer (24.10.17), a qual fora predominantemente contemplada de um conteúdo denso (que exige empenho e concentração para sua efetiva compreensão):

*“Professora, podes repetir as fases do câncer? Eu me perdi na parte de promoção do câncer... Eu estou um pouco cansada, desculpa!”*

Essa frase reflete, portanto, o quanto as condições físicas advindas de um dia de trabalho podem interferir no desempenho do estudante em sala de aula, que, embora esteja cansado, ainda busca pelo conhecimento. Não obstante, durante a sequência de aulas, houve momentos em que foi necessário chamar atenção de alguns alunos que encontravam-se dormindo ou com a cabeça abaixada, reproduzindo a exaustão de um dia de trabalho. Entretanto, nesse caso, torna-se essencial que o professor tenha a empatia de verificar a situação do alunado e saber ponderar até onde pode advertir o mesmo, considerando todo o contexto que o levou a exprimir tal condição.

Por este olhar, conforme menciona Jófili (2002), pode-se destacar:

*“[...] Por empatia eu me refiro à capacidade de ser sensível às necessidades dos alunos ou, em outras palavras, ser disponível. É também a capacidade de escutar e entender as mensagens dos alunos. Para fazer isso o professor deve aprender a ler entre as linhas e decodificar mensagens que não são percebidas sequer pelos próprios alunos. Isso equivale a tentar devolver aos alunos, de forma estruturada, as informações que vêm deles de forma desestruturada.”*

Nessa perspectiva, é também fundamental que o professor oportunize o aprendizado através de meios que estimulem o alunado a se manter majoritariamente concentrado, embora a exaustão seja proeminente em seu corpo e mente. Entretanto, aqui ainda pode-se evidenciar que os professores também já se encontram prevalentemente cansados, o que, por muitas vezes, os impossibilita de desenvolver uma aula interessante e produtiva, ainda mais se visando a empatia como referido no trecho acima. Ademais, em muitas vezes, observa-se que esses docentes trabalham este terceiro turno para suprir suas próprias necessidades financeiras, uma vez que, igualmente, possuem suas vidas sociais fora do ambiente escolar.

Assim, segundo da Rocha (2010):

“Os cursos noturnos são igualados aos diurnos quanto ao currículo, mas em termos de estrutura pedagógica deixam a desejar, já que a classe noturna precisa de muito mais estímulo para vencer o cansaço causado pela rotina trabalho\escola e concluir os estudos. Necessitam de professores mais dispostos e preparados que possam ajudar na construção de conhecimentos úteis ao seu dia-a-dia que os motive a continuar, não de professores já extenuados e mal pagos, já na sua terceira jornada de trabalho que os trate com desmerecimento.”

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste trabalho foi relatar a experiência vivenciada pela presente autora durante uma sequência de aulas sobre genética realizada junto a uma turma de ensino médio. Pretendeu-se, primordialmente, analisar como esse período e espaço contribuíram para a geração de aprendizado dos conteúdos para os estudantes, através de seus vieses, dos quais advinham questionamentos e ponderações que potencializaram a conformação cognitiva dos mesmos. !

Ademais das análises acima estabelecidas, que levaram em consideração os conhecimentos do alunado, suas modificações de percepções e conjuntura de ideias, o trabalho

teve impactos significativos na minha formação docente, contribuindo diretamente para a formação da identidade profissional. Tal experiência permitiu que eu entrasse em contato com as minhas concepções da imagem do professor, a fim de enfrentá-las e desconstruí-las, criando e abrindo espaço para novas possibilidades de ser professor na relação ensino-aprendizagem, principalmente se levado em consideração que fora um trabalho realizado no turno noturno.

Pode-se ressaltar que fora fundamental verificar a importância de se lidar com os questionamentos dos alunos, mobilizando-os a desenvolver suas ideias e tentar manter estrita relação do que já sabiam com o que estava sendo ministrado e aula. Assim, os debates em sala de aula propulsionam um enriquecimento à mesma, de maneira que os estudantes se interessam e se motivam pelo assunto e veem, como consequência positiva, conexão entre o mesmo e as suas respectivas realidades, consolidando cooperações de noções.

Certamente, há muitas coisas para se aprender como professora, no entanto, saio desta experiência com a esperança motivacional de que a educação é capaz de tornar os seres humanos cidadãos mais conscientes da vida em sociedade. Ainda permaneço com o intuito de firmar as práticas com uma visão que vai além do conteúdo propriamente, mas que traga possibilidade de reflexões e transformação da realidade discente, tendo os alunos empoderamento, através do conhecimento adquirido, para buscar formas de atuação no externo à sala de aula.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO LOURENÇO, Abílio; ALMEIDA DE PAIVA, Maria Olímpia. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010.

DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida et al. Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade. *Programa de Pós-Graduação em Educação*, Universidade de Santa Catarina, 2001.

FERRACIOLI, Laércio. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 194, 2007.

- FONTOURA, A. da S. Herança Multifatorial: concepções de estudantes de ensino médio, desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos. *Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde*, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Editora Paz e Terra, 2014.
- FUNDAÇÃO SÍNDROME DE DOWN. Mitos e realidades, 2013. Disponível em: [http://www.fstown.org.br/sobre-a-sindrome-de-down/mitos-e-realidades/](http://www.ftdown.org.br/sobre-a-sindrome-de-down/mitos-e-realidades/). Acesso em 22 de outubro de 2017.
- GERMANO, Marcelo Gomes. *Uma nova ciência para um novo senso comum*. Universidade Estadual da Paraíba, EDUEPB, 2011.
- HICKMANN, Roseli Inês. *Estudar e/ou trabalhar: ser aluno-trabalhador é possível?*. 1992.
- INCA, Instituto Nacional do Câncer. O que causa o câncer? Disponível em: [http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=81](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=81). Acesso em 23 de outubro de 2017.
- JÓFILI, Zélia. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Educação: teorias e práticas**, v. 2, n. 2, p. 191-208, 2002.
- KAPP, S.; CHITOLINA ZANINI, M. C.; SCHETINGER, M. R. Quais conhecimentos os alunos da terceira série do ensino médio têm sobre o câncer e sua prevenção? **Revista Vitale**, Rio Grande, 22(2): 73-82, 2010.
- KUBO, Olga Mitsue; BOTOMÉ, Sílvio Paulo. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, v. 5, n. 1, 2001.
- LA LUNA, A. Importância do Ensino e Aprendizagem de Genética para o Mundo Atual. **Revista de Educação**, v.17, n.23, p 44, 2014.
- MEC, Ministério da Educação, Brasil. *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Vol. 2, 2006.

- MENEGOTTO, Daniela Brun. Práticas didáticas em ambiente virtual de aprendizagem modificações da ação docente. *Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. **Revista eletrônica de Educação**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2007.
- MOURA, J. et al. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil–breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.
- MOREIRA, Lilia Maria de Azevedo; GUSMÃO, Fábio Alexandre Ferreira. Aspectos genéticos e sociais da sexualidade em pessoas com síndrome de Down. 2002.
- NAVARRO, Karina Da Motta. O significado da escola para o jovem estudante do Ensino médio noturno. *Programa de Pós-Graduação em Educação*, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- NUNES, Francis de Moraes Franco et al. Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói. **Revista Genética na escola**, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2006.
- PAIVA, Ana Luiza Bittencourt; MARTINS, Carmen Maria De Caro. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 7, n. 3, p. 182-201, 2005.
- PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.
- PEREIRA, Allan de Gouvêa et al. Entre mitos, silenciamentos e circularidades: a cobertura televisiva do câncer e suas formas de percepção. *Programa de Pós-Graduação em Comunicação*, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.
- RAASCH, Leida. A motivação do aluno para a aprendizagem. Faculdade Capixaba de Nova Venécia, 1999.
- REBELLO, L. H .S. Concepções de célula viva entre alunos do primeiro grau. In: Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”. Campinas: UNICAMP, 2000. p. 109-111.

- ROCHA, L. S. da. Estratégias metodológicas para ensinar genética no ensino médio. *Especialização em Educação: métodos e técnicas de ensino*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- ROCHA, Luciane da. Evasão escolar no ensino médio noturno. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- SILVA, APZ; FRANZOLIN, F.; BIZZO, N. Concepções de genética e evolução e seu impacto na prática docente no Ensino Médio de Biologia. **Genética na Escola**, v. 11, n. 1, 2016.
- SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Genética na escola**, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.
- TASSONI, Elvira Cristina Martins. Afetividade e aprendizagem: a relação professor-aluno. **Psicologia, análise e crítica da prática educacional. Campinas: ANPED**, p. 1-17, 2000.
- TAUCEDA, Karen Cavalcanti. O contexto escolar e as situações de ensino em ciências: interações que se estabelecem na aprendizagem entre alunos e professores na perspectiva da teoria dos campos conceituais. *Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da Vida e Saúde*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 23 e 91, 2014
- TOGNI A. C., SOARES M. J., A escola noturna de ensino médio no Brasil. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 44, p. 61-76, 2007.

## 7 LISTA DE APÊNDICES

### APÊNDICE I:



Porto Alegre, outubro de 2017.

#### CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA CONCESSÃO DE PESQUISA DE CAMPO

Prezado(a) Senhor(a) Diretor(a) da Escola:

Eu, Nelson Jurandi Rosa Fagundes, prof<sup>o</sup> Dr. integrante do Departamento de Genética do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, venho por meio desta, apresentar-lhe o(a) estudante Stéphanie Caroline Pedrotti, regularmente matriculado(a) no Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da mesma Universidade e portador(a) da cédula de identidade RG 7099030319.

Solicito a concessão para realização da pesquisa de campo necessária para o desenvolvimento do seu projeto de pesquisa que tem como título: **Aplicação de sequência de aulas sobre alterações genéticas como mecanismo de ensino-aprendizagem para estudantes de Ensino Médio** sob minha orientação para posterior apresentação em público em janeiro de 2018.

Coloco-me à disposição da V. S.<sup>a</sup> para quaisquer esclarecimentos.



## APÊNDICE II:

### PLANO DE AULAS SOBRE ALTERAÇÕES GENÉTICAS - 8h\aula Colégio Estadual Professor JAcob Milton Bennemann - Feliz- RS

Primeiro dia (03.10.2017)

**Conteúdo:** Alterações genéticas

- Contextualização e retomada de tópicos importantes;
- O que é cromossomo, gene e alelo;
- Origem dos cromossomos no corpo dos organismos;
- O que é hereditariedade;
- Caráter das mutações (maléfica\desvantajosa\deletéria ou benéfica\vantajosa\favorável ou neutra);
- Causa das mutações (espontâneas e induzidas);
- Aleatoriedade das mutações;
- Diferença de mutações gênicas e cromossômicas;
- Exemplos de mutações cromossômicas (numéricas e estruturais).

Segundo dia (10.10.2017)

**Conteúdo:** Tipos de mutações

- Onde ocorrem (soma - corpo - ou órgãos reprodutivos);
- Diferenciação entre mutações somáticas e germinativas;
- Mutação cromossômica: estrutural e numérica;
- Mutações estruturais: deleção, inversão, duplicação e translocação;
- Mutações numéricas: euploidias e aneuploidias;
- Euploidias: princípio básico. Monoploidia e poliploidia;
- Exemplo de monoploidia: partenogênese;
- Exemplo de poliploidia: triploidia, tetraploidia, octoploidia;
- Aneuploidias: princípio básico;
- Principais tipos de aneuploidias: nulissomia, monossomia, trissomia, tetrassomia.

Terceiro dia (17.10.2017)

**Conteúdo:** Continuação: Tipos de mutações

- Apresentação de cariótipo humano normal;
- Exemplos de tipos de aneuploidias;
- Aneuploidia monossômica: Síndrome de Turner;
- Aneuploidias trissômicas: Klinefelter, Down, Patau e Edwards;
- Síndromes de cromossomos sexuais: Síndromes Super Macho e Super Fêmea;
- Diferença entre cromossomos autossômicos e sexuais;
- Mutações cromossômicas e alguns exemplos.

Quarto dia (24.10.2017)

**Conteúdo:** Câncer


- Etiologia do câncer;
- O que é o câncer;
- Formação do tumor;
- Mecanismos afetados pelo câncer no organismo;
- Estágios do câncer: iniciação, promoção e progressão;
- Doença multifatorial (diferente das monogênicas);
- Fatores que causam o câncer (internos e externos);
- Onde as células tumorais se desenvolvem;
- Incidência populacional diferencial dos cânceres;
- Apoptose;
- Metástase;
- Exemplos de alguns tipos de cânceres.

## APÊNDICE III:

### SLIDES DE MICROSOFT OFFICER POWER POINT USADOS NAS AULAS EXPOSITIVAS

AULA 1 (03.10.17):

## ALTERAÇÕES GENÉTICAS



Nome: Stéphanie C. Pedrotti  
Ciências Biológicas UFRGS

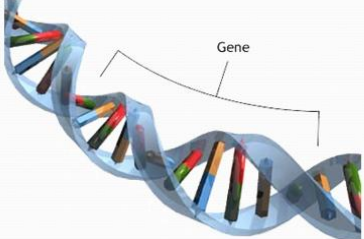
## O QUE É UM CROMOSSOMO?

- Sequência de DNA que contém vários genes!
- Estruturas de fita dupla enoveladas!



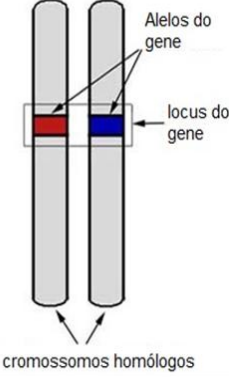
## O QUE É UM GENE?

- É um “pedaço” de DNA que expressa as características herdadas geneticamente!
- Através dele são produzidas as proteínas do corpo...



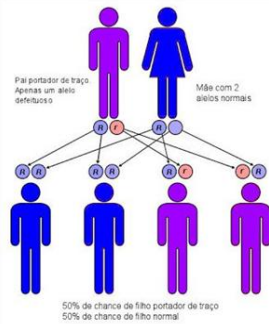
## E O QUE É UM ALELO?

- Formas alternativas de um mesmo gene ocupando a mesma posição (locus) nos cromossomos homólogos



## DE ONDE PROVÉM OS CROMOSSOMOS ENCONTRADOS NO CORPO DOS ORGANISMOS?

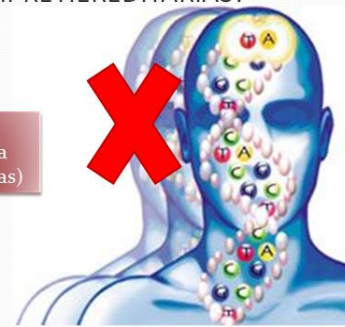
Dos progenitores!



## AS MUTAÇÕES GENÉTICAS SÃO SEMPRE HEREDITÁRIAS?

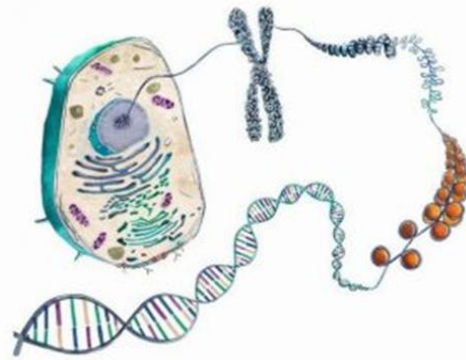
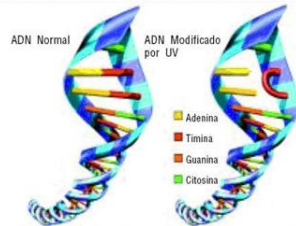
NÃO!

Apenas algumas (mudam a estrutura dos genes nas células)



## ENTÃO, O QUE SERIA UMA ALTERAÇÃO GENÉTICA?

- Qualquer mudança brusca nos cromossomos ou genes
- Pode provocar uma mudança no fenótipo (externo) do indivíduo
- Pode gerar uma variação hereditária!



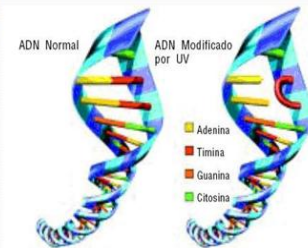
## ALTERAÇÕES SÃO SEMPRE MALÉFICAS/BENÉFICAS?

- Depende!
- Podem trazer benefícios pros organismos
- Podem trazer malefícios (anomalias)
- Podem ser neutras!



## ENTÃO, O QUE SERIA UMA ALTERAÇÃO GENÉTICA?

- Qualquer mudança brusca nos cromossomos ou genes
- Pode provocar uma mudança no fenótipo (externo) do indivíduo
- Pode gerar uma variação hereditária!



## O QUE SIGNIFICAM ESSES TIPOS DE MUTAÇÕES?

- BENÉFICA (**FAVORÁVEL/VANTAJOSA**): deixa o indivíduo melhor adaptado ao ambiente em que está inserido!
- MALÉFICA (**DELETÉRIA/DESVAJAJOSA**): indivíduo menos adaptado
- **NEUTRA**: não causam mudança na aptidão dos organismos

## QUAIS SÃO AS CAUSAS DAS MUTAÇÕES?

- MUTAÇÕES ESPONTÂNEAS: erros na duplicação do DNA
- MUTAÇÕES INDUZIDAS: fatores externos (agentes químicos, radiação, tabagismo)

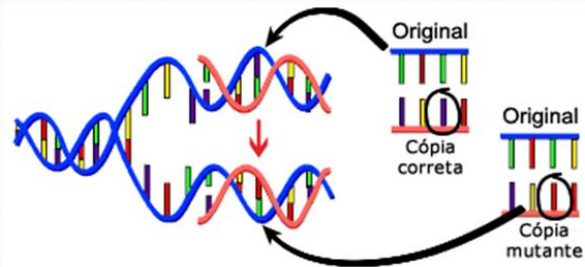


## AS ALTERAÇÕES GENÉTICAS SÃO... **ALEATÓRIAS!!**

Isso significa que ocorrem ser serem definidas (ao acaso)



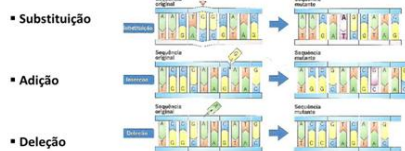
## EXISTEM AS... MUTAÇÕES GÊNICAS E AS MUTAÇÕES CROMOSSÔMICAS



## MUTAÇÕES GÊNICAS

- **ADIÇÃO/ELIMINAÇÃO/SUBSTITUIÇÃO** de nucleotídeos no DNA

### Tipos de Mutações Gênicas



## MUTAÇÕES CROMOSSÔMICAS

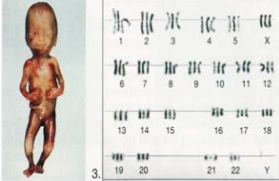
- Interfere no número ou estrutura dos cromossomos!
- Mutações numéricas: altera o número de cromossomos
- Mutações estruturais: alteram forma e tamanho dos cromossomos

MUTAÇÃO		
(1) NUMÉRICA		(2) ESTRUTURAL
(A) EUPLOIDIA	(B) ANEUPLOIDIA	Deleção
Monoploidia (n)	SOMÁTICA OU SEXUAL	Inversão
Triploidia (3n)	Monossomia	Translocação
Tetraploidia (4n)	Trissomia	

## EXEMPLOS: NUMÉRICA

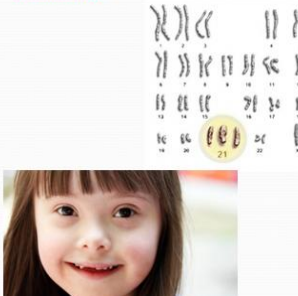
### Euploidia

**Triploidia (3n)**

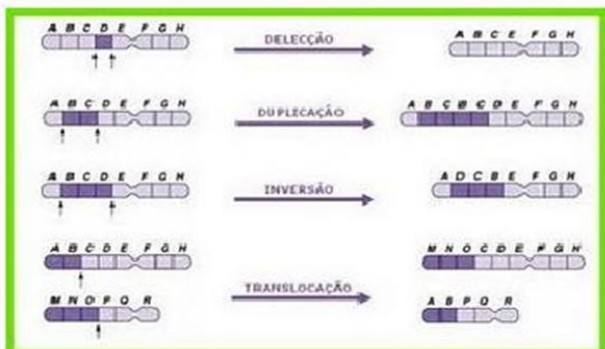


### Aneuploidia

**Trissomia do 21**



## EXEMPLOS: ESTRUTURAL



AULA 2 (10.10.17):

## TIPOS DE MUTAÇÕES



### ONDE ELAS OCORREM?

NO SOMA (CORPO) OU NOS ÓRGÃOS REPRODUTIVOS!

Mutação **Somática**: ocorre em qualquer célula corporal (Exceto as reprodutivas)

Mutação **Germinativa**: não afeta o indivíduo, mas sua prole + as próximas gerações!



...

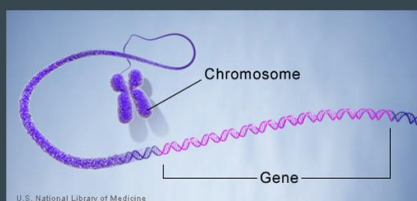
Stéphan Pedrotti  
Ciências Biológicas UFRGS



## RELEMBRANDO...

As mutações podem ser gênicas ou cromossômicas!

Qual a principal diferença?



U.S. National Library of Medicine

### MUTAÇÕES CROMOSSÔMICAS

Ocorrem nos cromossomos! Podem ser **estruturais** ou **numéricas**!


Alteram o tamanho e forma dos cromossomos → cromossomos anormais!

Alteram o número de cromossomos!  
Cada espécie tem seu número n e 2n definido!

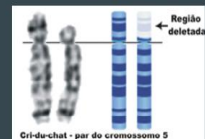
## ESTRUTURAIS

**DELEÇÃO**: perda de um pedaço de cromossomo!!! = perda de vários genes...

Exemplo humano: Síndrome cri du chat (síndrome do miado de gato)




- Retardo mental
- Microcefalia
- Aspecto arredondado da face
- Choro semelhante a um miado de gato

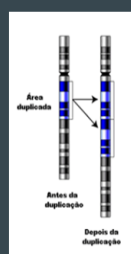


Cri-du-chat - per do cromossomo 5

**INVERSÃO**: cromossomo se quebra, sofre rotação de 180° e fica em posição invertida

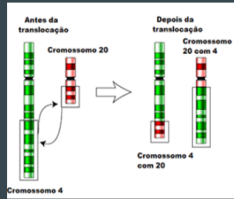


**DUPLICAÇÃO**: formação de um segmento adicional em um dos cromossomos. Consequências: bem toleradas → não há falta de material genético

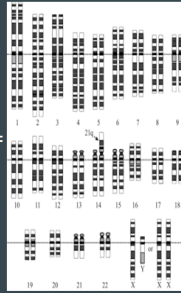


**TRANSLOCAÇÃO:** troca de pedaços entre cromossomos não-homólogos.

Pode ter gerado novas espécies!



Exemplo humano: translocação entre o cromossomo 14 e 21 = cromossomo híbrido. Gameta com 3 cromossomos no 21



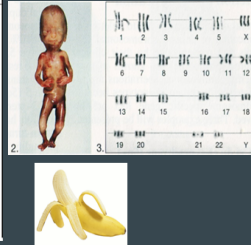
**Poliploidia:** aumento de grupos completos de cromossomos!

Comum em vegetais

Triploidia (3n)

Tetraploidia (4n)

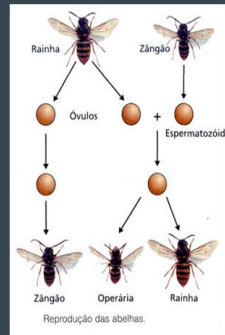
Octoploidia(8n)



## NUMÉRICAS

**EUPLOIDIAS:** modificação em todo o genoma (aumento ou diminuição de um conjunto cromossômico haploide)

**Monoploidia:** perda de um conjunto de cromossomos. Ex.: partenogênese das abelhas



**ANEUPLOIDIAS:** ganho ou perda de um ou mais cromossomos no genoma.

Ocorre pela não-dissunção de um ou mais cromossomos durante a meiose ou mitose!

**NULISSOMIA:** perda de um par de cromossomos ( $2n - 2$ )

Nos diploides (nós) é letal!

**MONOSSOMIA:** um cromossomo a menos no cariótipo ( $2n - 1$ )

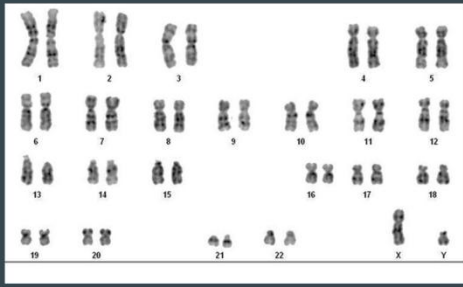
**TRISSOMIA:** um cromossomo a mais no cariótipo ( $2n + 1$ )

**TETRASSOMIA:** ganho de um par de cromossomos ( $2n + 2$ )

Aneuploidia	Representação		Ilustração
Nulissomia	$(2n - 2)$	dois cromossomos a menos	
Monossomia	$(2n - 1)$	um cromossomo a menos	
Trissomia	$(2n + 1)$	um cromossomo a mais	
Tetrassomia	$(2n + 2)$	dois cromossomos a mais	

AULA 3 (17.10.17):

## CARIÓTIPO HUMANO NORMAL (HOMEM)

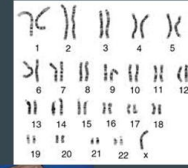


## Exemplos de aneuploidias

### MONOSSÔMICA

Síndrome de Turner 45 + X0 (cromossomo sexual)

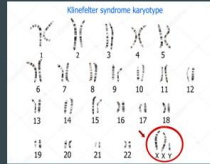
- Ovários atrofiados
- Deficiência hormonal
- Esterilidade
- Ausência de menstruação
- Mamas pequenas
- Vulva infantil
- Pescoço alado



### TRISSÔMICAS

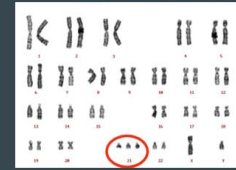
Síndrome de Klinefelter 47 + XXY (Cromossomo sexual)

- Testículos pequenos
- Esterilidade
- Genitais infantis
- Mamas desenvolvidas
- Estatura elevada
- Cromatina sexual positiva
- Deficiência mental



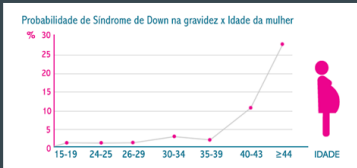
Síndrome de Down (47, XX ou XY + 21)

- Deficiência mental
- Pescoço curto e grosso
- Prega única na mão
- Genitália pouco desenvolvida
- Estatura baixa
- Olhos oblíquos (puxados para cima)
- Língua grande e pesada
- Hipotonia



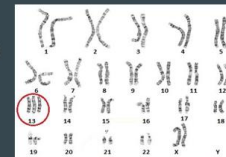
## Mitos e verdades Síndrome de Down

- Pessoas com Down tem a sexualidade mais aflorada?
- Elas podem adoecer mais que as demais pessoas?
- São pessoas mais agressivas e/ou carinhosas?
- A idade materna influencia em ter um filho portador da Síndrome?
- Eles podem ter filhos?



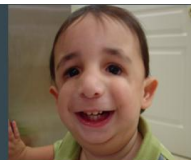
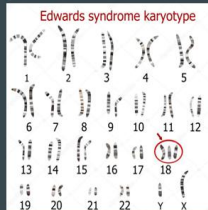
Síndrome de Patau (47, XX ou XY + 13)

- Mal formação do SNC
- Retardo mental acentuado
- Defeitos cardíacos e urogenitais
- Fenda labial e palato fendido
- Punhos cerrados
- Problemas nos olhos (afastados/ausentes)
- Orelhas malformadas e posicionadas



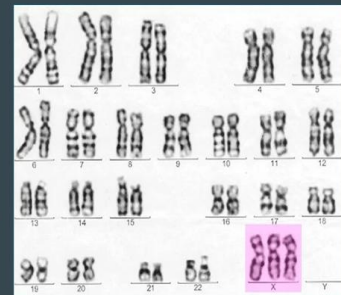
Síndrome de Edwards (47, XX ou XY, +18)

- Cabeça pequena (anormal)
- Boca e mandíbula pequenas
- Dedos longos/polegar pouco desenvolvido
- Fenda palatina
- Problemas nos rins
- Doenças cardíacas e respiratórias



Síndrome do triplo X (Super fêmea) 47 XXX (Cromossomo sexual)

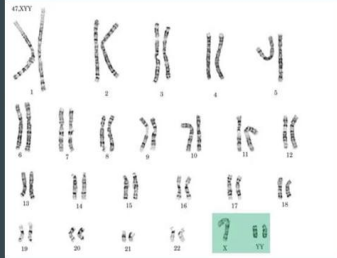
- Fenótipo normal e fertilidade
- Leve retardo mental
- Estatura maior que o normal
- Hipotonia
- Falência ovariana
- Não tem aparência super afeminada



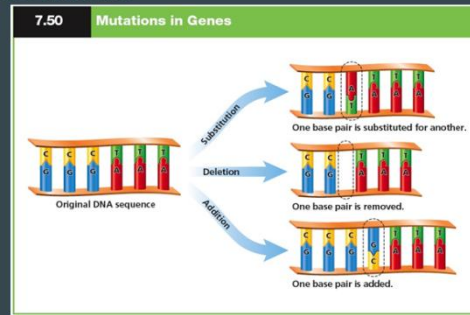


Síndrome do Super Macho (47 XYY)  
(Cromossomo sexual)

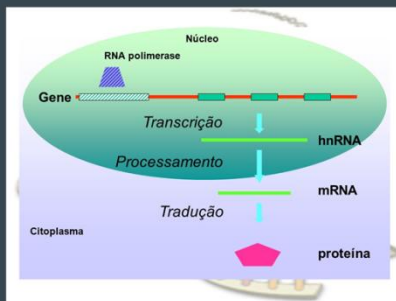
- Estatura elevada
- Anomalia na genitália e baixa libido
- Testosterona elevada (antissocial e agressividade)
- Dentes grandes
- Mãos e pés compridos
- Não são exageradamente masculinizados
- Férteis



MUTAÇÕES GÊNICAS



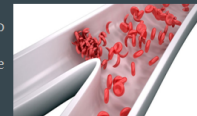
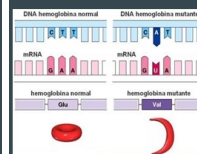
Como os genes “funcionam” para formar proteínas/enzimas?



Exemplo: anemia falciforme

Substituição de aminoácido ácido glutâmico → valina (cadeia de hemoglobina)

- Alteração na proteína toda!!!
- Mudança formato glóbulo vermelho
- Incapaz de transportar oxigênio
- Hemácias com formato de foice



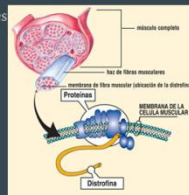
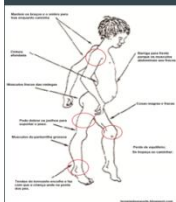
Exemplo: Distrofia Muscular de Duchenne

Alteração no gene DMD (cromossomo X)

Codifica a DISTROFINA

Deleções + Duplicações = mutações patogênicas

Membrana das células musculares

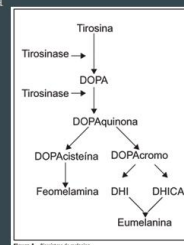


Exemplo: albinismo

Mutação na tirosinase

Transforma tirosina em melanina

Produção interrompida



AULA 4 (24.10.17):

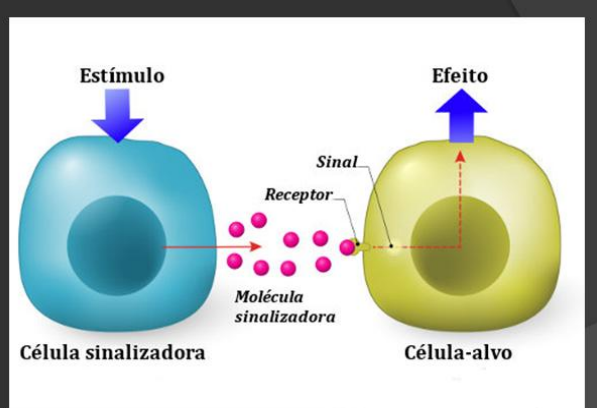


O QUE É O CÂNCER?

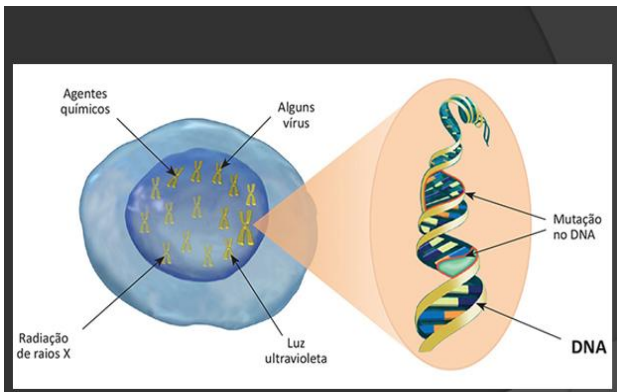
- Alterações genéticas dos sistemas que regulam as células
- Distúrbios comuns que se devem ao crescimento celular descontrolado (formando uma “massa” de células)
- Neoplasia: TUMOR

## O que regula o crescimento normal das células?

- Fatores de crescimento → sinais de uma célula para outra
- Receptores na membrana plasmática para fatores de crescimento
- Moléculas que “enviam” sinais e criam uma cascata de reações
- Fatores de transcrição (DNA → RNA) no núcleo das células

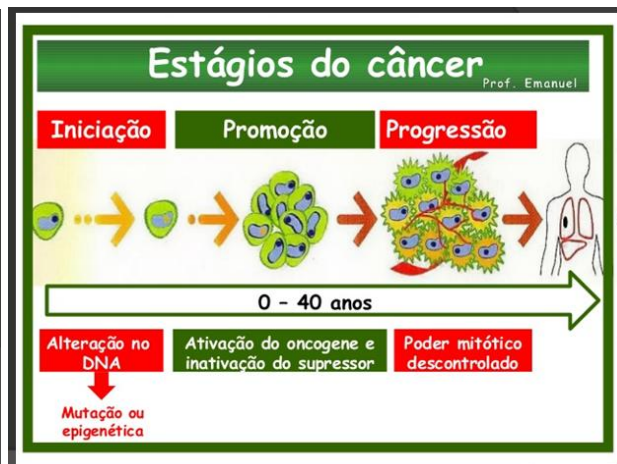


- As **MUTAÇÕES** ocorrem em qualquer uma dessas etapas!
- O acúmulo das mutações → desregulação do crescimento = produção de células tumorais



## ESTÁGIOS DO CÂNCER

- **INICIAÇÃO**: células sofrem modificações em seus genes
- Agentes cancerígenos atuam



- ◉ **PROMOÇÃO**: células geneticamente alteradas sofrem efeito dos ONCOPromotores!
- ◉ A célula é transformada em maligna!
- ◉ Se suspende o contato com os oncopromotores... O tumor para de crescer

- ◉ **PROGRESSÃO**: multiplicação descontrolada e irreversível das células alteradas
- ◉ Câncer já está instalado!
- ◉ Células malignas: crescem rápido e se disseminam

## DOENÇA MULTIFATORIAL

- ◉ Origem através de vários fatores: genéticos + ambientais

Fatores carcinogênicos + predisposição genética!

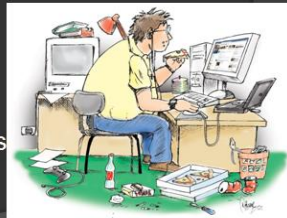
## Fatores internos

- ◉ Sistema imunológico comprometido!
- ◉ Predisposição genética!
- ◉ Hormônios



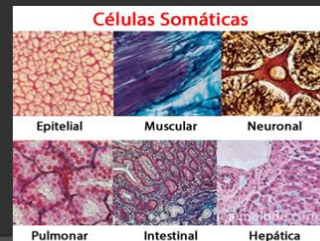
## Fatores externos

- ◉ Exposição a radiações
- ◉ Exposição a produtos químicos
- ◉ Vírus
- ◉ Consumo de cigarro
- ◉ Consumo de álcool
- ◉ Dieta inadequada
- ◉ Falta de exercícios físicos
- ◉ Exposição ocupacional



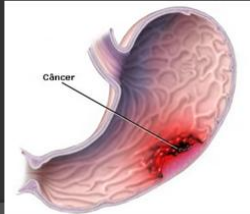
## Onde ocorrem os tumores?

- ◉ A maioria nas células **SOMÁTICAS** (células do **CORPO** = todos os órgãos)  
Difícilmente nas células dos órgãos reprodutivos!



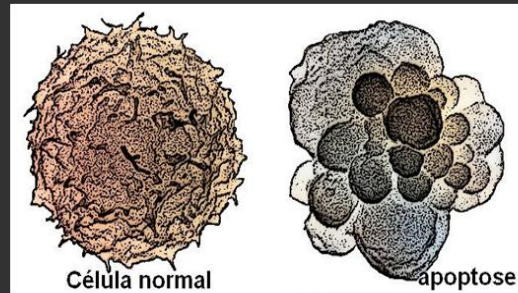
Os cânceres ocorrem iguais em todas as populações?

- Não!!! Eles têm frequências diferentes entre as populações
- Ex.: câncer de estômago é mais frequente no Japão do que nos EUA



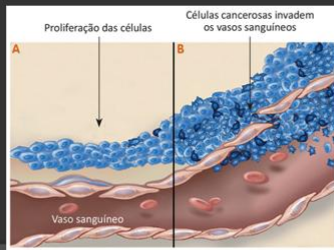
As células tumorais podem morrer?

- Sim! Elas podem se “suicidar” (apoptose)



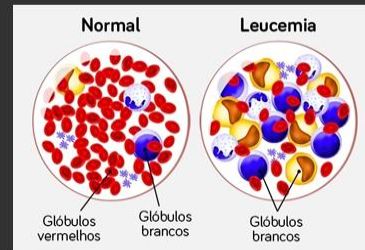
O que é uma **metástase**?

- Câncer se espalha além do local onde começou!
- As células cancerosas “viajam” através da corrente sanguínea



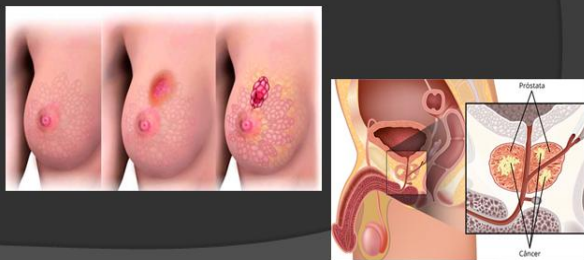
Exemplos de cânceres e suas causas

- LEUCEMIA: acúmulo de células anormais na medula óssea. Elas substituem as células normais do sangue, prejudicando a produção de glóbulos vermelhos, brancos e plaquetas



- CARCINOMA → ocorrem nos tecidos do epitélio e glândulas!

São os mais comuns e invadem tecidos vizinhos!  
Câncer de mama, pulmão, bexiga, próstata, pele, estômago, ovário e pâncreas.



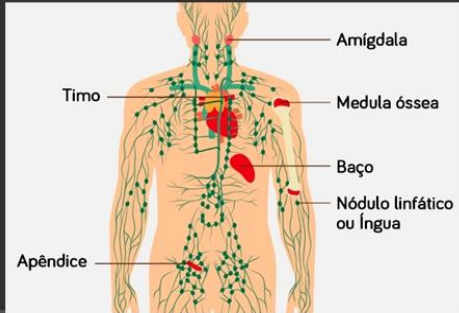
- SARCOMAS: tumores malignos dos tecidos moles!

Ocorrem nos ossos, músculos, vasos sanguíneos, tecidos moles.

São mais frequentes em crianças e adolescentes!



- LINFOMAS: tumores malignos do sistema linfático.  
Atinge as glândulas linfáticas ou apenas um linfonodo



- Tumores do SNC: atingem o cérebro!  
Se originam nas células que dão suporte aos neurônios

