

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ANIMAÇÕES E VÍDEOS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR PARA A 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

MAXIMILIANO AUGUSTO DE ARAÚJO MENDES
E WAGNER FONTES



ANEXOS DISPONÍVEIS

CLIQUE AQUI PARA BAIXAR

APÊNDICE 2

Este DVD-ROM contém os materiais utilizados nessa pesquisa. Como não consistem em produtos acabados, pelo menos no que diz respeito aos vídeos disponibilizados no *Youtube*, de tempos em tempos serão atualizados e disponibilizados em <HTTP://www.youtube.com/maxaug/>

3. METODOLOGIA

3.1. ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS

3.1.1. APLICATIVOS UTILIZADOS

Um dos objetivos dessa pesquisa foi a de oferecer uma avaliação pessoal sobre a viabilidade de um professor buscar aprender por conta própria a produzir animações e vídeos. Como vários produtos dessa natureza são animações vetoriais desenvolvidas com o *Macromedia Flash*, sobretudo no caso dos CD- e DVD-ROMs que acompanham certos livros didáticos, os materiais iniciais foram feitos com esse aplicativo. Porém, o resultado da experiência não foi satisfatório, devido à complexidade do desenvolvimento em *Flash*, inclusive porque requer o conhecimento da linguagem de programação *ActionScript*, e em decorrência disso, o tempo investido para se finalizar cada material era longo. O problema é que cada um deles deveria ser preparado rapidamente, para que pudesse ser utilizado pelos estudantes quando ainda estivessem vendo os respectivos temas em sala de aula e para que eles pudessem se utilizar deles a fim de estudar para as avaliações realizadas no decorrer dos bimestres.

Tendo em vista essa dificuldade e sabendo que O'DAY (2007) já havia obtido bons resultados desenvolvendo animações com o *Powerpoint*, aplicativo que em relação ao *Flash* é bem mais fácil de dominar, os materiais então passaram a ser produzidos da forma como sugerida por O'DAY (2006): apresentações do *Powerpoint* convertidas em vídeos com o

Camtasia Studio. Destaco que também foi necessário utilizar o *Flash* com o intuito de se criar *gifs* animados e outras figuras, com o auxílio de uma mesa digitalizadora Trust TB-2100¹³. Os vídeos produzidos podem ser acessados em <http://www.youtube.com/maxaug>.

As principais fontes de informações sobre o uso dos aplicativos mencionados consistiram de buscas por tutoriais na *internet* (comumente em língua inglesa), os artigos de HEYDEN (2004) e O'DAY (2006) e livros específicos (BOZARTH, 2008; PERRY, 2006; REINHARDT & LOTT, 2006; RUTLEDGE *et al.*, 2007).

3.1.2. FONTES DE INFORMAÇÕES SOBRE OS TEMAS ABORDADOS

Todas as animações e vídeos produzidos trataram de tópicos da Biologia celular e molecular. Como fontes de consulta foram utilizados primariamente livros didáticos de nível superior sobre o tema, indicados nas referências das próprias apresentações em *Powerpoint* e seus respectivos vídeos. Tendo em vista o fato de que pude contar com várias obras de qualidade disponíveis, preferi não utilizar *websites* como fonte de informações, exceto quando se tratava de um *website* referente a um livro didático.

Sobre o nível de detalhamento dos assuntos abordados, foi alto, a idéia foi tentar abordar na mesma profundidade com que livros de biologia de nível médio, de coleções, como as de Amabis & Martho e Sônia Lopes abordam. É importante destacar que a escola onde leciono não cobra esses assuntos nesse mesmo nível de detalhes.

¹³ <http://www.trust.com/products/product.aspx?artnr=12052>. Acesso em 18/09/2010.

3.1.3. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Além de buscar informações e modelos mais confiáveis acerca dos processos celulares em obras de nível superior, de forma a prover os estudantes de informações as mais corretas possíveis, também foi necessário utilizar e preparar os materiais baseado em um referencial teórico que, espera-se, fosse capaz de facilitar a aprendizagem.

Sendo assim, as apresentações foram desenvolvidas levando em consideração as principais propostas aplicáveis ao ensino sugeridas pelo psiquiatra norte-americano David Ausubel que dedicou boa parte de sua carreira ao estudo da psicologia educacional e sem dúvidas é um dos teóricos mais importantes nesse âmbito. Segue um resumo breve acerca da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel baseado nas descrições de MOREIRA (1999a, 1999b, 2000, 2006,) e PELIZZARI *et al.* (2001).

Uma das propostas mais relevantes de Ausubel para o ensino é a de que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, em outras palavras, as chamadas estruturas cognitivas prévias. Na medida em que o aluno vai aprendendo novas informações, elas devem ser ministradas de forma que possam estar claras e passíveis de serem acomodadas ou “ancoradas” pelas estruturas cognitivas que o estudante já possui (figura 4). Além disso, o processo de ensino também pode modificar os atributos das estruturas cognitivas já existentes. Uma aprendizagem baseada nesses princípios é que pode se dar de forma significativa (inclusive mesmo que os conceitos aprendidos sejam considerados errados dentro de um contexto, como a comunidade acadêmica e os professores).

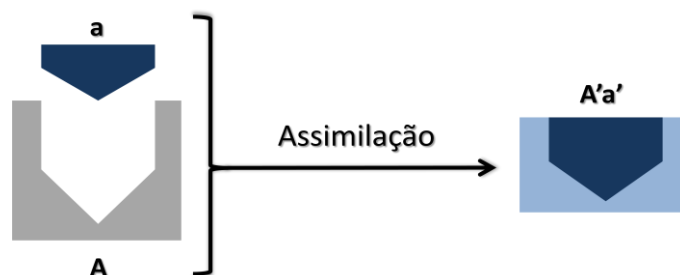


Figura 4. A figura representa uma nova informação e uma estrutura cognitiva com o uso de figuras geométricas. De acordo com as propostas de Ausubel, para que uma nova informação (**a**), seja aprendida de forma significativa, é importante que possa ser assimilada ou “ancorada” por uma estrutura cognitiva prévia (**A**). Esse processo de assimilação promove a modificação de ambos (em **a'** e **A'**). Baseada em MOREIRA (1999a).

Tendo isso em vista, podemos dizer que aprendizagem significativa é o processo pelo qual novas informações são relacionadas com aspectos relevantes das estruturas cognitivas do indivíduo. As novas informações devem interagir com estruturas cognitivas pré-existentes específicas, que abrigam os chamados conceitos subsunçores (ou simplesmente subsunçores) que por sua vez irão permitir a ancoragem das novas informações. De acordo com MOREIRA (1999a e 1999b), o termo utilizado por Ausubel é *subsumer*, sem um equivalente claro na língua portuguesa. Entretanto, aparentemente o termo é utilizado no meio jurídico¹⁴:

Subsunção: s. f. ação ou efeito de subsumir; colocação de uma idéia particular sob a dependência de uma idéia geral.

Ocorre que quanto mais determinadas estruturas cognitivas vão sendo requeridas como subsunçoras, mais elas se desenvolvem, ou seja, a ancoragem de novas informações leva ao crescimento, modificação e melhor elaboração dos conceitos subsunçores. Esta proposta pode inclusive ser muito bem aplicada aos currículos em espirais propostos por outro teórico, Jerome Bruner (BRUNER, 1978).

¹⁴ <http://direitovespertinoa.wordpress.com/2007/10/19/vocabulario/>. Acesso em 03 de Setembro de 2009.

É importante lembrar: mesmo que a aprendizagem esteja se dando por pura recepção por parte dos estudantes, como nos casos nos quais o professor só entrega a chamada “*ciência pronta e acabada*”, também pode ocorrer aprendizagem significativa, desde que essas novas informações também possam ser ancoradas aos seus respectivos conceitos subsunçores (talvez essa seja uma forma de ensino ainda bastante comum).

Dá-se o nome de aprendizagem mecânica ao processo oposto à aprendizagem significativa: nesse caso, as novas informações são retidas de forma arbitrária, sem que haja interação/ancoragem com estruturas cognitivas prévias abrigando conceitos subsunçores. De forma geral, a aprendizagem mecânica ocorre associada à significativa.

A forma de aprendizagem preferida deve ser a significativa, porém, uma das condições para que ela ocorra é a de que o material novo a ser aprendido possa se relacionar ou ser incorporado à estrutura cognitiva do estudante de forma não arbitrária/mecânica, ou seja, o material deve ser potencialmente significativo. Além disso, o estudante deve buscar aprender o conteúdo de forma não arbitrária, em outras palavras, tentar entender os princípios, e não apenas decorar.

Uma questão pertinente a se fazer nesse ponto é: e quando o estudante não possui os conceitos subsunçores? Nesse caso a aprendizagem deve ser necessariamente mecânica, e os novos conceitos adquiridos aos poucos vão se desenvolvendo em conceitos subsunçores mais elaborados. No que diz respeito às crianças ainda muito jovens, a formação de conceitos se dá via generalizações a partir de casos específicos.

De acordo com Ausubel, quando há interação entre um novo material a ser aprendido e uma ou mais estruturas subsunçoras, ocorre a assimilação de significados novos e antigos e isso contribui para a diferenciação da estrutura cognitiva como um todo. Durante o processo de assimilação, inicialmente há a ancoragem de uma nova informação “a” por uma estrutura subsunçora “A”, de forma que ambas interagem e acabam modificadas em a’ e A’, constituindo um produto interacional A’a’ (figuras 4 e 5). Por exemplo, se um indivíduo já possui o conceito de “animal” bem estabelecido, ao adquirir um conceito novo e mais específico como “uma esponja é um animal, pois durante seu desenvolvimento passa por uma etapa de blástula”, o novo conceito de animal (um produto interacional) será mais inclusivo.

Seguindo essa interação inicial há uma fase de retenção, na qual tanto o subsunçor modificado A’ quanto a nova informação a’ ainda podem ser dissociados (figura 5). Mas o processo de assimilação prossegue e o significado das novas informações tende a ser reduzido ao longo da assimilação pelos significados mais estáveis dos conceitos já estabelecidos: o esquecimento. Isso ocorre porque é mais “econômico” reter apenas os conceitos mais gerais e estáveis. Ao final do processo, sobra apenas um resíduo daquela nova informação adquirida, sendo o produto interacional A’a’ reduzido a A’.

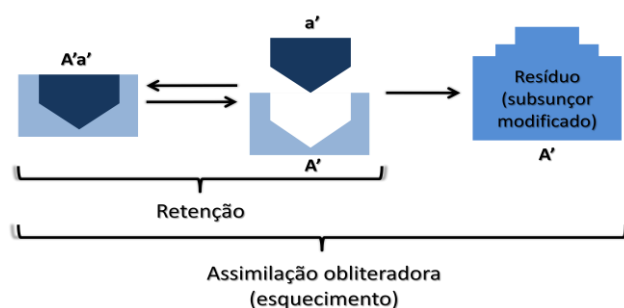


Figura 5. Inicialmente, A’ e a’ podem se dissociar, mas ao longo do tempo ambos tornam-se cada vez menos dissociáveis e se passam a ser apenas A’, um novo subsunçor modificado contendo resíduos de a’. Baseada em MOREIRA (1999a).

Com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa, pode se utilizar os chamados organizadores prévios: materiais introdutórios apresentados antes do tópico a ser aprendido com o intuito de facilitar sua assimilação. A função dos Organizadores prévios é a de servir de ponte cognitiva entre o que o estudante já sabe e o que ele deve saber, facilitando a aprendizagem cognitiva e também podendo levar ao desenvolvimento de novos conceitos subsunçores. Um bom exemplo de organizador prévio seriam analogias feitas antes de se começar um assunto¹⁵. Citando um exemplo pessoal, em minhas aulas e também em um dos vídeos produzidos, procuro fazer uma analogia entre a membrana plasmática das células e o muro ou cerca de uma escola ou presídio e os resultados têm sido bons (em termos de pontuações em avaliações).

Logo, acredita-se que o uso dos organizadores prévios pode ser de grande auxílio no processo de ensino/aprendizagem. Por exemplo, SHIHUSA & KERARO (2009) relatam que o uso de organizadores prévios no ensino de biologia, mais especificamente sobre a poluição, foi capaz de melhorar as notas dos estudantes e deixá-los mais motivados a aprender ciências.

Para se averiguar se houve aprendizagem significativa em uma prova, pode-se formular as questões enunciadas de maneira não rotineira e em outros contextos, de modo a exigir que os estudantes transformem o conhecimento adquirido via aprendizagem significativa. O problema é que essas são justamente as chamadas questões “muito difíceis”, as quais os estudantes infelizmente costumam errar, especialmente no caso de não terem os conceitos subsunçores para entender o que está sendo perguntado. Um dos testes realizados, a ser descrito posteriormente, consistiu justamente em se testar a eficácia de uma animação

¹⁵ Pode se utilizar analogias, metáforas e modelos como organizadores prévios (cf. NOVAK, 1980).

sobre a síntese protéica no que diz respeito à promoção e facilitação da aprendizagem significativa.

Enfim, a idéia desta seção foi a de apresentar uma visão geral e breve acerca da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, tendo em vista sua importância e o fato de que seus princípios foram utilizados na elaboração dos materiais desenvolvidos nesta pesquisa.

3.1.4. O USO DE ANALOGIAS

Como já mencionado, as analogias e metáforas podem ser utilizadas como organizadores prévios e facilitar o processo de ensino/aprendizagem. Em vista disso, procurou-se, quando possível, utilizar analogias como organizadores prévios nos materiais desenvolvidos (são mostrados dois exemplos na figura 6).

Podemos definir uma analogia como sendo um tipo de comparação entre aspectos de dois domínios distintos, capaz de aproximá-los. Um desses domínios é pouco conhecido, mas a idéia é torná-lo mais compreensível graças às similaridades que possui com outro, distinto e mais conhecido: o domínio análogo (FERRAZ & TERRAZZAN, 2002; HOFFMANN & SCHEID, 2007). Na figura 7 podemos ver uma representação conceitual de uma analogia.

FERRAZ & TERRAZZAN (2002) e HOFFMANN & SCHEID (2007) também nos informam que somos predispostos a pensar de forma analógica, sendo assim, é comum que os professores utilizem analogias em suas aulas de forma espontânea, normalmente sem planejamento prévio, na base do improviso e criatividade. Ambos os estudos apontam que o

uso das analogias pode ser benéfico no ensino, inclusive porque vários professores recorrem a elas justamente quando os estudantes não compreendem certos tópicos ou os consideram muito difíceis.

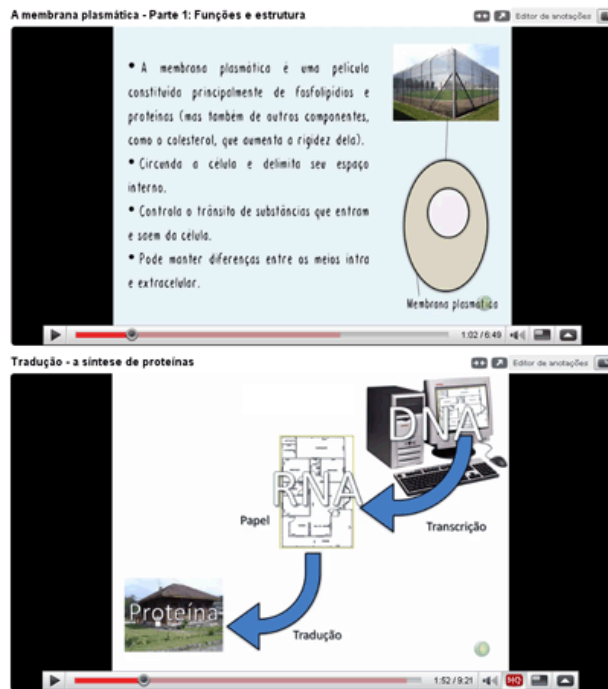


Figura 6. Exemplos de analogias utilizadas como organizadores prévios em duas das apresentações desenvolvidas. Em cima, tela do vídeo sobre a membrana plasmática (parte 1), no qual ela é comparada à cerca de um presídio ou de uma escola. Em baixo, tela mostrando as analogias feitas entre os ácidos nucléicos e proteínas, carreadores das informações biológicas, e a planta de uma casa e a própria casa.

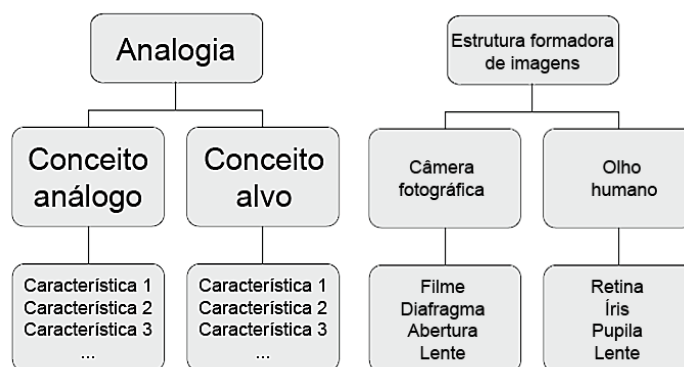


Figura 7. Na esquerda, representação de uma analogia e suas partes constituintes. Na direita, exemplo de uma representação do mesmo tipo, comparando o olho humano a uma câmera fotográfica. De acordo com GLYNN (2008).

Apesar das vantagens, devem-se ter alguns cuidados com o uso das analogias, principalmente no que diz respeito ao fato de ser necessário que o professor confira se os estudantes realmente foram capazes de compreendê-las. Inclusive, de acordo com GLYNN (2008. p. 115):

As analogias utilizadas nas salas de aula, livros didáticos e instrução pela internet deveriam ser desenvolvidas para promover a elaboração, o processo cognitivo de construir relações entre o que já se sabe e o que é novo.

Para GLYNN (2008), o processo de elaboração é essencial dentro de uma perspectiva construtivista, tendo em vista o fato de que é esperado que inicialmente se ensine na infância conceitos complexos para os estudantes na forma de analogias familiares (ex: fábrica), que serviriam como representações e modelos mentais iniciais capazes de facilitar a aprendizagem posterior dos conceitos alvos mais complexos (ex: célula).

Tendo em vista a utilidade das analogias e o fato de que elas podem dificultar o processo de ensino/aprendizagem caso não sejam bem compreendidas, pode-se minimizar os efeitos negativos ao se utilizar o método *Teaching With Analogies – TWA*¹⁶, que sugere uma seqüência de passos a serem seguidos. O que é mais importante destacar sobre o TWA é o fato da importância do professor identificar onde a analogia falha ou não tem correspondência com o domínio alvo, de forma a prevenir que os estudantes venham a adquirir concepções errôneas. Como exemplo pessoal, posso dizer que há muito tempo abandonei o uso da fábrica como análoga da célula por não ter obtido bons resultados, pois a maioria dos estudantes nunca esteve em uma fábrica nem tiveram curiosidade em saber qual é a estrutura de uma. Em

¹⁶ Para mais informações sobre o método, consultar, por exemplo, HOFFMAN & SCHEID (2007).

contrapartida, comparar, pelo menos em parte, a célula com a escola tem rendido resultados mais satisfatórios.

No que diz respeito ao desenvolvimento e uso de ferramentas para o ensino via *internet*, um problema a ser resolvido é justamente o de como fazer as correções necessárias com os estudantes, saber se eles efetivamente compreenderam a analogia e como identificar os pontos nos quais a analogia não corresponde ao domínio alvo (GLYNN, 2007; 2008). Caso o professor utilize o material online como complemento às suas aulas presenciais, podem-se corrigir os erros e esclarecer os questionamentos em sala de aula. Porém, como já mencionado, a sala de aula e um professor presenciais não são estritamente necessários, tendo em vista o fato de, mesmo que apenas na *internet*, como no *website Youtube*, há formulários onde os professores e estudantes podem interagir, e um campo de descrição do vídeo, onde o professor pode fazer as ressalvas necessárias.

3.1.5. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS

No decorrer do ano letivo de 2009 foram desenvolvidos alguns materiais, sendo descritos nessa seção somente aqueles utilizados nos testes quantitativos:

Na^+/K^+ ATPase (figura 8): nesse caso, o material desenvolvido consistiu em uma animação em *Flash* na qual se utilizou apenas as ferramentas de desenho do aplicativo a fim de se criar uma representação de um dos modelos mais comumente vistos nos livros didáticos acerca do funcionamento da proteína (é o modelo utilizado no livro didático utilizado na escola, mostrado na figura 13). Note que essa representação, pelo menos em princípio não tem

o intuito de mostrar de forma fidedigna a estrutura tridimensional da proteína. Entretanto, são enfatizadas as mudanças de conformação sofridas e o papel do ATP. A parte referente às analogias como organizadores prévios foram executadas em sala de aula com o uso de exemplos simples, sobre números de estudantes dentro de uma sala lotada e a energia que teria de ser empregada por outro para acomodar ainda mais indivíduos nesse recinto.

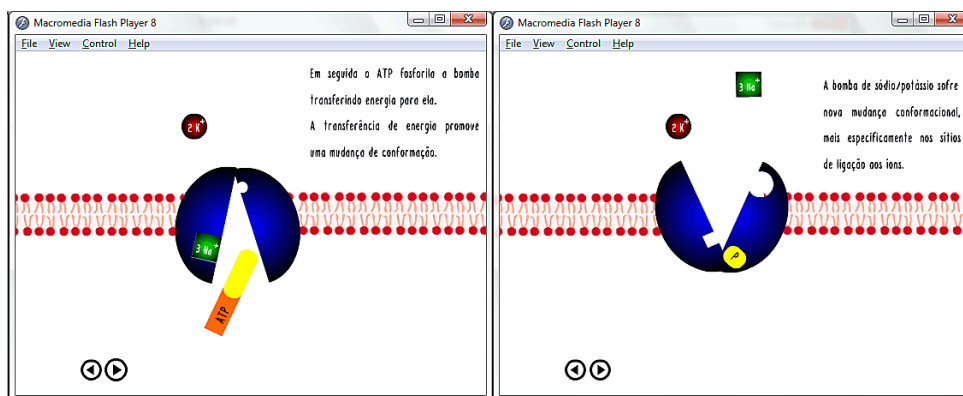


Figura 8. Telas mostrando porções da animação sobre o funcionamento da bomba de sódio e potássio. Note que as porções de texto são breves e pode se notar as diferenças nos sítios de ligação aos íons devidas às mudanças conformacionais.

Via secretória (figura 9): foi produzida uma apresentação com o *Powerpoint* e algumas figuras obtidas via *internet* cujos objetivos eram os de mostrar todo o processo pelo qual uma proteína sintetizada no retículo endoplasmático granular tem de passar até chegar ao seu destino, como se dá, de forma simplificada, a fusão de estruturas membranosas, e por também, as funções do retículo endoplasmático (com foco no granular), complexo de golgi e lisossomos. Como o material foi disponibilizado via *internet*, a parte referente ao uso de analogias e teoria da aprendizagem significativa consistiu em comparar parcialmente, com as devidas ressalvas, as proteínas produzidas com carros preparados para provas de automobilismo¹⁷.

¹⁷ É importante destacar que não se transmite a idéia de que o carro preparado seria melhor, mas sim apenas serve a um propósito distinto.

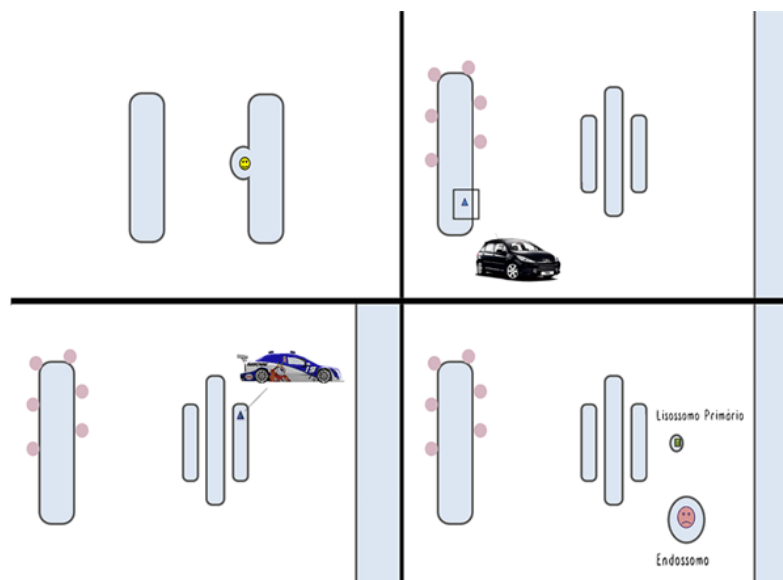


Figura 9. Telas mostrando porções do material acerca da via secretória. Foi feita uma analogia entre a modificação química de proteínas efetuada pelos retículo endoplasmático granular e complexo de Golgi com modificações em carros preparados para provas de automobilismo.

Respiração celular (figura 10): nesse caso, produziu-se uma apresentação extensa com o *Powerpoint* e algumas figuras obtidas via *internet*, tendo em vista o fato de que o tema tratado é bastante complexo tanto em termos de mecanismos e processos quanto em termos de conceitos. Assim, procurou-se prover uma definição de energia, e exemplificar para que uma célula precisa dela. Todo o processo foi descrito tendo como foco a molécula de glicose e dentre as analogias utilizadas fez-se uma comparação dos elétrons de alta energia e as substâncias aceptoras, como o NAD^+ , com o jogo de *baseball*, no qual a bola também é arremessada com bastante energia e pode ser captada por outro jogador.

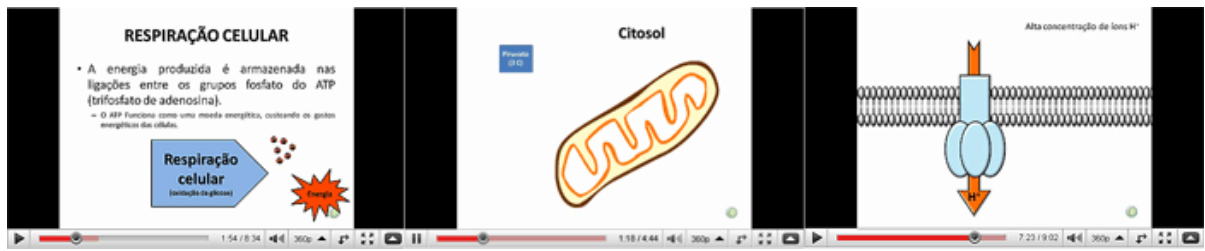


Figura 10. Telas mostrando porções do material desenvolvido sobre o processo de respiração celular. Investiu-se parte do tempo com o intuito de oferecer uma definição de energia antes de adentrar o tema em si. Esse material só foi disponibilizado no *Youtube* posteriormente, após a realização dos testes.

Síntese de proteínas (figura 11): assim como os dois materiais anteriores, esse também foi produzido com o uso do *Powerpoint*. A idéia primordial era a de representar como se dá a leitura de uma molécula de mRNA pelo ribossomo e a formação de uma cadeia polipeptídica a partir das ligações entre os aminoácidos. Ademais, tentou-se transmitir os conceitos de códons e como eles especificam os aminoácidos. As analogias utilizadas consistiram em se comparar o armazenamento de informações em um disco rígido de computador com o DNA, armazenador das informações biológicas.

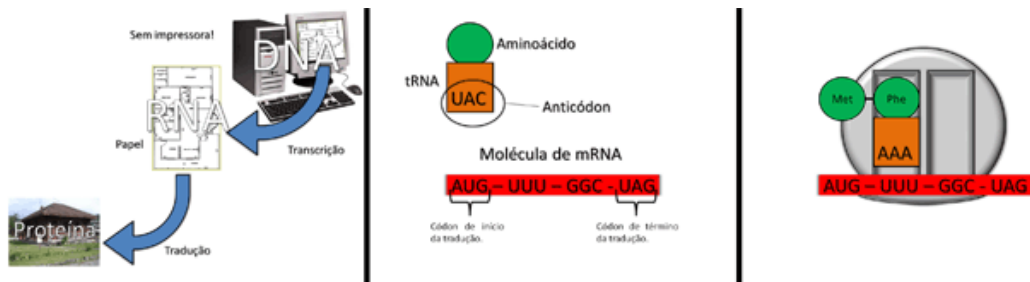


Figura 11. Telas mostrando porções do material desenvolvido sobre a síntese de proteínas. Fizeram-se analogias entre o disco rígido de um computador e o DNA e procurou-se mostrar uma representação de como o ribossomo age percorrendo o mRNA e do crescimento da cadeia polipeptídica.