

APRENDENDO BIOLOGIA PELAS MÃOS

Guia didático para ensino de Biologia para estudantes surdos

Learning Biology by hands:
Didatic guide to teaching Biology for deaf students

Eliane Barth Tavares | João dos Santos Cabral Neto



INSTITUTO FEDERAL
AMAZONAS



Mestrado em
Ensino Tecnológico

APRENDENDO BIOLOGIA PELAS MÃOS

Guia didático para ensino de Biologia para estudantes surdos

Learning Biology by hands:
Didatic guide to teaching Biology for deaf students

Eliane Barth Tavares | João dos Santos Cabral Neto



Eliane Barth Tavares
Autora

João dos Santos Cabral Neto
Orientador

Lindsay Gadelha do Amaral
Projeto Gráfico e Diagramação

T231a Tavares, Eliane Barth.

Aprendendo biologia pelas mãos: guia didático para o ensino de biologia para estudantes surdos = Learning biology by hands: didatic guide to teaching biology for deaf students. / Eliane Barth Tavares. – 2018.
53 f.

Produto Educacional da Dissertação – Citologia para estudantes surdos: uma unidade de ensino potencialmente significativa. (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus*Manaus Centro, 2018.

Orientador: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto.

1. Ensino tecnológico. 2. Ensino de biologia. 3. Citologia. 4. Mapas conceituais. 5. Surdos I. Cabral Neto, João dos Santos. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 371.33

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

- ✓ Origem do Produto: Trabalho de Dissertação intitulado "Citologia para estudantes surdos: uma unidade de ensino potencialmente significativa" e desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do IFAM.
- ✓ Nível de Ensino a que se destina o produto: 1º ano do Ensino Médio
- ✓ Área de Conhecimento: Ciências da Natureza
- ✓ Público Alvo: Professores de Biologia ou Tradutores Intérpretes de Libras que atuem no ensino de estudantes surdos no 1º ano do Ensino Médio.
- ✓ Categoria deste produto: Didática na sala de aula; Educação especial
- ✓ Finalidade: Auxiliar a atuação pedagógica do professor a fim de ampliar as oportunidades de aprendizado dos alunos surdos quanto ao emprego de uma pedagogia visual para ensino.
- ✓ Organização do Produto: Este produto é composto de apontamentos sobre as especificidades de estudantes surdos com implicações na aprendizagem e um Guia de orientação Didática para o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Citologia;
- ✓ Registro do Produto: Biblioteca Paulo Sarmiento do IFAM, Campus Manaus Centro
- ✓ Avaliação do Produto: O produto foi avaliado por um grupo de 06 alunos surdos durante o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Citologia. Também foi avaliado por três professores doutores que compuseram a Banca de Dissertação.
- ✓ Disponibilidade: Irrestrita, mantendo-se o respeito a autoria do produto, não sendo permitido uso comercial por terceiros.
- ✓ Divulgação: Por meio digital.
- ✓ Instituição Financiadora: Parceria IFAM/IFAC
- ✓ URL: Produto acessível no site do MPET (<http://mpet.ifam.edu.br/dissertacoes-defendidas/>) e no Repositório Institucional do IFAM (link)
- ✓ Idioma: Português
- ✓ Cidade: Manaus
- ✓ País: Brasil

RESUMO

Este guia é resultado de experiências profissionais delineadas ao longo de uma década atreladas à pesquisa qualitativa denominada “Citologia para estudantes surdos: uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa” desenvolvida durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas no período entre 2016 e 2017. Este guia didático surgiu com intuito de minimizar a apreensão dos docentes, Tradutores Intérpretes de Libras ou outros profissionais da educação ao se deparar com

estudantes surdos em suas salas de aulas, pois apresenta uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com apontamentos sobre as especificidades destes estudantes surdos com implicações na aprendizagem e, além disso, aborda detalhadamente os passos para a aplicação da UEPS com a metodologia e recursos que podem ser utilizados para o ensino de Citologia.

Palavras-chaves: surdos, unidade de ensino potencialmente significativa e citologia

ABSTRACT

This guide is the result of professional experiences delineated over a decade linked to the qualitative research called "Cytology for Deaf Students: a Potentially Meaningful Teaching Unit" developed during the Professional Master's Degree in Technological Teaching promoted by the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas in the period between 2016 and 2017. This didactic guide was created in order to minimize the apprehension of teachers, interpreters of Libras or other education professionals when they encounter deaf students in their

classrooms, as it presents a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) with notes on the specificities of these deaf students with learning implications and, in addition, it approaches in detail the steps for the application of the PMTU with the methodology and resources that can be used for the teaching of Cytology.

Key-words: deaf; potentially meaningful teaching unit; cytology;

APRESENTAÇÃO

Caros leitores,

Estamos preparados para conviver com pessoas surdas no ambiente de trabalho ou educacional? Como vamos nos comunicar se não sabemos a língua de sinais? Onde tem um Tradutor Intérprete de Libras? E agora, o que eu faço?

Essas questões são recorrentes quando nos deparamos com uma pessoa surda. E não são questionamentos fáceis de responder devido a variabilidade das especificidades que envolvem a surdez como o grau de perda auditiva, o uso de aparelhos auditivos, as identidades pessoais relacionadas ao uso da língua de sinais ou oral, além de questões cognitivas que diferenciam pessoas surdas e ouvintes.

Me deparar com esta situação há doze anos atrás na sala de aula me impulsionou a aprender Libras (Língua Brasileira de Sinais) e a buscar respostas, algumas delas encontradas na convivência com surdos no trabalho desenvolvido no Centro de Apoio ao Surdos, outras na busca por literaturas que me ajudassem a compreender toda essa imensidão que envolve a comunidade Surda.

Este material é resultado destas experiências atreladas à pesquisa qualitativa

denominada de Citologia para estudantes surdos por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa” desenvolvida durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (MPET/IFAM) no período de 2016 a 2017.

Este guia didático emergiu como produto da pesquisa realizada com estudantes surdos sobre o ensino de Citologia, especificamente sobre a membrana plasmática, suas estruturas constituintes e os tipos de transporte de substância que ocorrem na célula. Sobre estes tópicos elaboramos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa composta de recursos visuais e metodologias para o desenvolvimento do tema e o uso de Mapas Conceituais para avaliar evidências da aprendizagem.

Portanto, esperamos que este material contribua para dirimir dúvidas à respeito da surdez e suas implicações na aprendizagem e as formas de ensino mais adequadas para atuação dos docentes que se deparam com esse sentimento de “não estar preparados” para ensinar surdos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
1 SURDEZ	10
1.1 LINGUAGEM, COGNIÇÃO E APRENDIZAGEM	13
2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE BIOLOGIA POR MEIO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	18
2.1 AVALIAÇÃO POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS	21
3 PLANEJAMENTO DE UMA UEPS SOBRE CITOLOGIA	26
3.1 OFICINA SOBRE MAPAS CONCEITUAIS	28
3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	29
3.3 CONSTITUINTES DE CÉLULAS EUCARIONTES E PROCARIONTE	31
3.4 CONSTRUÇÃO DE MODELO DIDÁTICO CELULAR	33
3.5 EXPERIMENTO	36
3.6 AULA DE MICROSCOPIA	38
3.7 AULA TEÓRICA: CONSTITUINTES DA MEMBRANA PLASMÁTICA	40
3.8 CONSTRUÇÃO DO MODELO DIDÁTICO DA MEMBRANA PLASMÁTICA	42
3.9 AULA TEÓRICA: TIPOS DE TRANSPORTE CELULARES	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERENCIAS	48

INTRODUÇÃO

Desde a implantação do sistema educacional inclusivo, estudantes “normais” compartilham as mesmas salas de aulas com estudantes com deficiência. Deste público, destacamos os surdos pela implicação de a deficiência exigir o uso de outra língua para comunicação, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) expressa por meio de uma modalidade visuoespacial, diferente da Língua Portuguesa de modalidade oral-auditiva que a sociedade majoritária é usuária.

Deparar-se com estudantes surdos causa, na maioria dos docentes, uma angústia de não estar preparado para educá-los ou indiferença por acreditar que basta ter um Tradutor Intérprete de Libras (TILS) na sala de aula para resolver o “problema”. No entanto, para propiciar educação para estudantes surdos não basta eliminar as barreiras comunicacionais por meio de aparelhos auditivos ou com a presença de TILS.

Mas se ter um profissional para mediar a comunicação não é suficiente, os questionamentos e incertezas somente se ampliam sobre as ações que devem ser desenvolvidas pelos docentes para propiciar a acessibilidade adequada para estes estudantes. Antes de qualquer decisão sobre educação de surdos, precisamos

compreender que não existe uma única solução para todos os casos de estudantes surdos em sala de aula, ou seja, primeiro temos que avaliar as evidências de questões relacionadas à interação familiar e social que envolvem o uso da língua de sinais ou oral e as necessidades e pontos fortes de cada um e assim, fornecer-lhes a educação de qualidade que seja moralmente e legalmente correta (KNOOR; MARCHARK, 2014).

Portanto, este guia didático, longe de idealizar a resolução do “problema”, apresenta apontamentos sobre as especificidades da surdez com implicações na aprendizagem formal e sobre o ensino de Citologia para surdos por meio do desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada com base na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e dos Mapas Conceituais de Novak.

1 SURDEZ

A primeira coisa que todos devem estar cientes é que existe uma diversidade cultural e linguística que podem estar associada à presença de outras deficiências adicionais e às variações naturais observadas em qualquer população de estudantes em relação às habilidades e aptidões cognitivas individuais.

As diferenças entre surdos e ouvintes não são simplesmente diferenças auditivas e de modalidade da língua utilizada, pois se assim fosse bastaria a remoção das barreiras de comunicação através de aparelho auditivo ou implante coclear ou pelo uso da língua de sinais para que surdos e ouvintes aprendessem sobre o mesmo material, na mesma proporção e nos mesmos modos. No entanto, questões referentes a etiologia da perda auditiva, acesso à linguagem e conhecimento adquirido incidentalmente, além de significativas diferenças cognitivas devem ser consideradas (MARSCHARK; KNOORS, 2012).

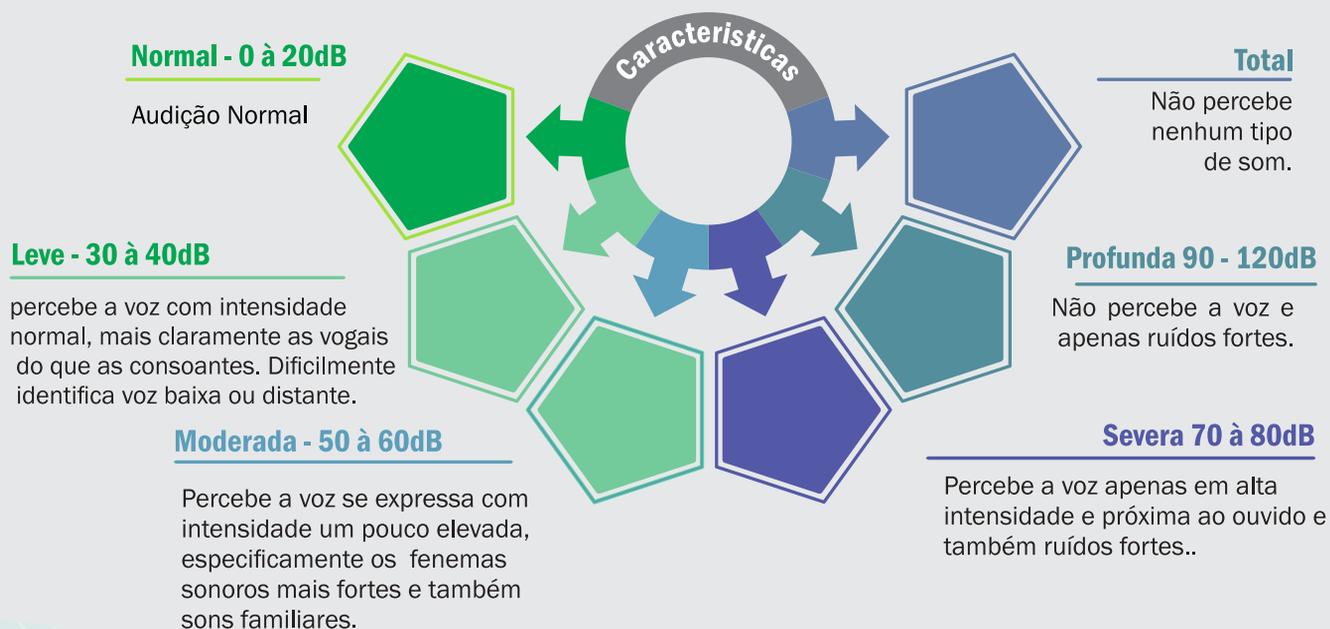
Por definição legal considera-se pessoa surda aquela que, por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras). E por deficiência auditiva a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um

decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500 a 3kHz (BRASIL, 2005). Portanto, a surdez é caracterizada pela incapacidade em captar sons em diferentes intensidades (volume) e frequências.

A identificação da voz humana não depende apenas do volume, mas da frequência. Por exemplo, a voz das crianças e mulheres é mais perceptível em altas frequências do que as vozes masculinas, percebidas em baixa frequência (MARSCHARK; HAUSER, 2008).

O diagnóstico da surdez é detectado por meio do exame de audiometria, realizado por fonoaudiólogo, analisado pelo médico otorrinolaringologista para determinar o grau de perda auditiva que, de acordo com Bureau International d'Audiophonologie¹ (1996), distinguem-se em cinco graus de perda auditiva: leve, moderada, severa, profunda e total, de modo que cada nível apresenta características distintas que variam quanto a capacidade de ouvir, compreender e expressar a fala.

¹Bureau International d'Audiophonologie – constituída de profissionais experts de todas as áreas sobre audiolingüística – médicos, pedagogos, fonoaudiólogos, psicólogos etc, que produzem recomendações utilizadas



Quando há estudantes surdos na sala aula a primeira providência a ser tomada é a identificação do grau da surdez para averiguar se há resquícios auditivos e se este estudante faz uso de Aparelhos de Amplificação Sonora Individual (AASI) para se comunicar oralmente ou se usa a língua de sinais.

No entanto, deve ser considerado que aqueles estudantes com resquícios auditivos usuários de AASI frequentemente têm um bom discurso devido aos resquícios auditivos. Mas isso não significa que também ouça bem. Por isso podem apresentar uma identidade indefinida quanto ao uso de uma língua, pois não são ouvintes fluentes na língua oral e nem surdos utentes da língua de sinais (SANCHES, 1996).

Para pessoas com perda auditiva severa ou profunda o uso de AASI traz poucos benefícios em relação a compreensão da

língua oral, mas são úteis para a percepção de alguém que se aproxima ou fala com eles ou de algo que está acontecendo no ambiente e, dessa forma permite que os usuários possam ligar os sons aos eventos do ambiente, permitindo-lhes aprender sobre causa e efeito como, por exemplo, a reação da mãe ao ouvir um prato cair e quebrar (MARSCHARK; HAUSER, 2012).

Apesar dos benefícios, o uso destes aparelhos não curam a surdez ou transformam crianças surdas em crianças ouvintes. Crianças que perderam a audição depois da aquisição da fala, precisam aprender a associar os sons com suas memórias da língua oral e crianças que nasceram surdas precisam desenvolver a linguagem oral baseada em informações de som limitadas captadas por meio dos aparelhos.

Os pais, geralmente, desejam que seus filhos sejam oralizados e façam leitura labial por acreditarem que dessa forma serão aceitos pela sociedade e também pela dificuldade que os pais tem para aprender a língua de sinais (WITKOSKI, 2009).



Mas ao contrário do que muitos pensam, nem todos os surdos fazem leitura labial. Este é um processo difícil, cansativo e propenso a erro e depende tanto ou mais das características do falante e do contexto do que das habilidades da pessoa surda (MARSCHARK; HAUSER, 2012).

Devido a essa diversidade de captação e compreensão do som, professores devem lhes oferecer a devida atenção quanto aos suportes educacionais

como, por exemplo, reorganizar a sala de aula para melhorar a acústica e aproveitar os resquícios auditivos, disponibilizar os lugares mais próximos do professor de modo que o estudante possa manter o contato visual do rosto do professor em todos os momentos, monitorar situações na sala de aula e evitar que vários estudantes falem simultaneamente, além de dar-lhes suporte visual durante as instruções.



1.1 LINGUAGEM, COGNIÇÃO E APRENDIZAGEM

O sucesso para o desenvolvimento de crianças surdas começa com aceitação e comunicação em casa. Uma comunicação menos efetiva com seus pais significa que as explicações de eventos são muitas vezes incompletas ou ausentes, na maioria das

vezes restrita à comunicação essencial sobre assuntos concretos e necessários. Além disso, é por meio da língua que conceitos espontâneos de maior nível de generalização e abstração são adquiridos (GOLDFELD, 2002).



Crianças surdas são mais propensas do que crianças ouvintes a ter múltiplos desafios de aprendizagem, originadas nas causas da surdez a saber: os diferentes padrões de interação entre os pais e a criança surda, a alta probabilidade de conviver em um ambiente de linguagem empobrecido e a inserção em um contexto educacional que apresenta um conjunto menor que o ideal. Estas situações provocam menos acesso a informação e interferem na aprendizagem. Além disso, devemos considerar que crianças surdas não diferem das ouvintes somente pelas barreiras comunicativas, mas também por significativas diferenças cognitivas (MARSCHARK; KNOOR, 2012).

Cognição refere-se aos processos envolvidos na aquisição de conhecimento, mantendo-o e recuperando-o em várias condições. E a gama de conhecimentos

adquiridos depende de seus ambientes e oportunidades (KNOOR; MARSCHARK, 2014).

Um potencial cognitivo do indivíduo se refere à inteligência, isto é, as habilidades para adquirir conhecimento intencionalmente e acidentalmente e o uso deste conhecimento propositalmente em alguns casos e automaticamente em outros. Indivíduos surdos tem melhores resultados em atividades de inteligência não verbal e piores resultados em atividades de inteligência verbal em comparação aos indivíduos ouvintes. Mas, para as aprendizagens em sala de aula, as atividades de inteligência verbal são mais requisitadas e por isso surdos demonstram atrasos em relação aos colegas ouvintes (KNOOR; MARSCHARK, 2014).

Outra questão importante, é que

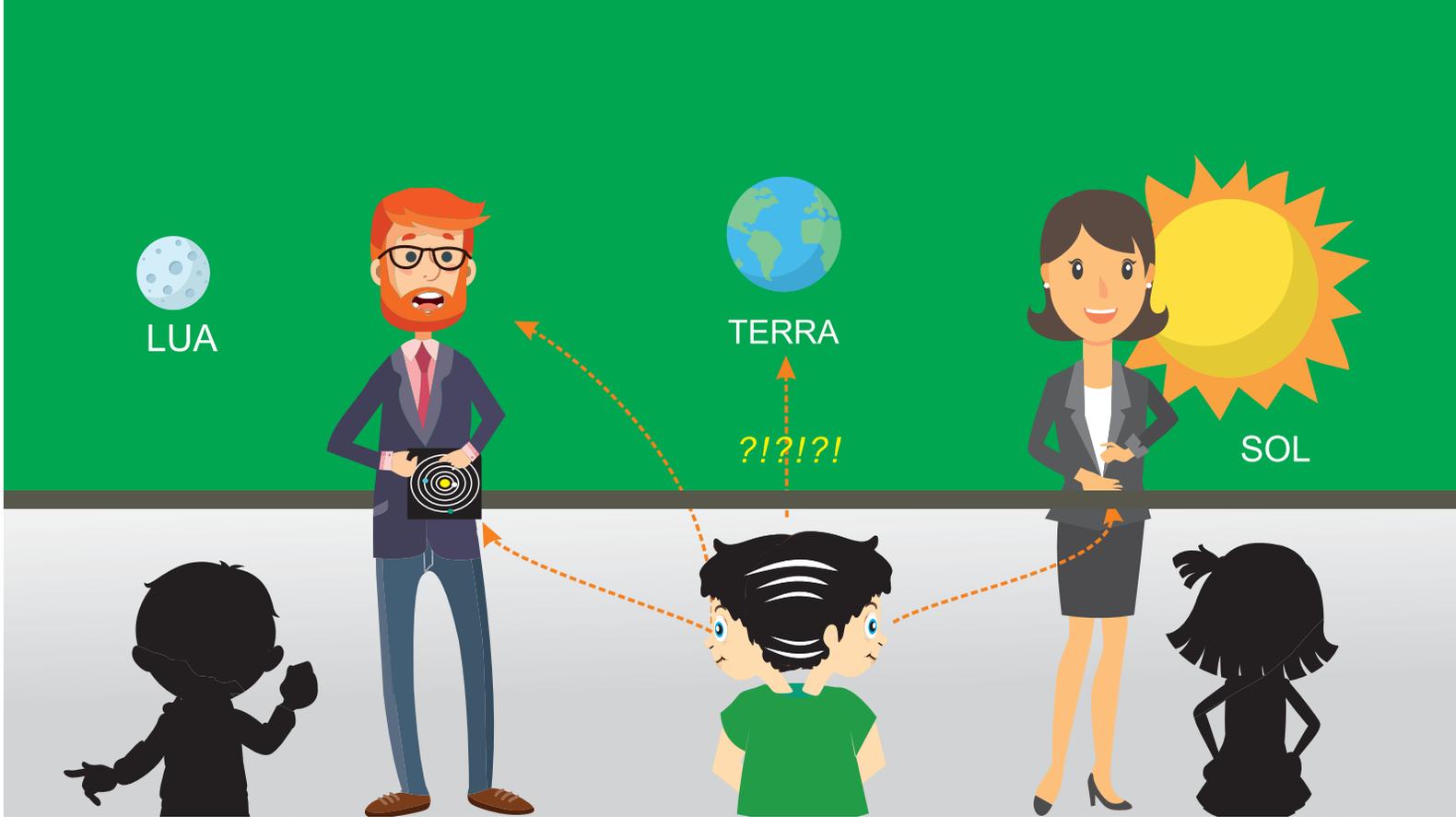
normalmente assumimos que indivíduos surdos tem aprimoramento da visão, percepção visual ou habilidades de processamento visoespacial, no entanto, esta não é uma verdade absoluta. Apesar de apresentar maior sensibilidade visual nas relações socioculturais, não são necessariamente mais propensos do que os ouvintes em apresentar estilos de aprendizagem essencialmente visual. (MARSCHARK et al., 2016).

Portanto, dependendo da especificidade da atividade visoespacial, indivíduos surdos podem ter resultados melhores, piores ou os mesmos que os

ouvintes. Apesar disso, a modalidade visual é certamente importante para eles (KNOOR; MARSCHARK, 2014).

Indivíduos surdos possuem habilidade para mudar rapidamente o foco da atenção visual central para periférica. O ponto, portanto, é que os cérebros das crianças surdas se desenvolvem em um contexto em que eles têm que dedicar mais atenção no ambiente visual de forma que a capacidade dedicada à visão periférica aumenta a fim de saber o que está acontecendo. No entanto, isto pode se tornar uma desvantagem, levando-os a uma maior distração em ambientes ruidosos como a sala de aula (MARSCHARK; KNOOR, 2012).





Como depende exclusivamente da visão para compreender a mensagem explanada, em situações de instrução mediada por Tradutor Intérprete de Língua de Sinais (TILS), estudantes surdos despendem maior tempo para observar os materiais e informações apresentadas pelo professor e traduzidas pelo TILS. Para estudantes ouvintes estas ações são simultâneas por utilizarem dois canais distintos, auditivo e visual, para ver e ouvir, mas para surdos, estas ações são consecutivas (MARSCHARK; HAUSER, 2008).

Caso o professor não esteja atento a estes fatores, a informação disponível para o aluno surdo será inferior àquela acessível aos estudantes ouvintes. E mesmo que seja disponibilizado mais tempo para desenvolvimento sequencial destas atividades, haverá maior dependência da memória de forma a resultar em uma sobrecarga cognitiva (KNOOR; MARSCHARK, 2014).

Em diversificadas atividades de memória indivíduos surdos que utilizam principalmente a língua de sinais tem mais dificuldades para reter sequências. Mas são mais propensos a usar estratégias de codificação visuoespacial que são mais adequadas para lembrar locais no espaço.

Outra diferença entre surdos e ouvintes que tem efeito na aprendizagem está relacionada a automatização com a qual eles relacionam novas informações e os conhecimentos prévios recuperados da memória. Indivíduos surdos frequentemente não relacionam ou integram informações isoladas para formar conceitos ou identificar relações quando leem ou resolvem problemas (KNOOR; MARSCHARK, 2014).

Ainda em relação ao processamento de informação, a organização do conhecimento conceitual é realizada de forma diferente entre surdos e ouvintes. Estudantes surdos estabelecem fraca conexão entre conceitos similares como, por exemplo, trem e caminhão. Eles também são

menos propensos em ativar automaticamente na memória membros de uma categoria (cavalo, pássaro, cachorro) a sua respectiva categoria (animal). Uma estratégia para minimizar estas dificuldades seria usar Mapas Conceituais para demonstrar a relação entre vários conceitos e a possibilidade de ser membro de diferentes categorias simultaneamente ou uso de jogos para demonstrar similaridades e diferenças entre conceitos em diferentes níveis. Portanto, professores de surdos devem fornecer um contexto mais rico para a instrução do que fariam se tivessem apenas estudantes ouvintes (MARSCHARK; KNOOR, 2012).

Essas diferenças no processamento de informações afetam a compreensão de

leitura, memória e performance na resolução de problemas. Não está claro se estas diferenças relacionadas aos atrasos de crianças surdas são decorrentes do desenvolvimento da linguagem ou se representam uma característica geral da forma como surdos lidam com a informação.

Mesmo hoje, podemos dizer que a maioria dos indivíduos surdos, crianças em idade escolar e estudantes universitários, carecem de fluências adequadas à idade, quer em língua de sinais, quer em linguagem escrita / falada. Para comunicação interpessoal podem parecer altamente qualificados, mas uma variedade de estudos demonstrou atrasos significativos na aquisição dos conhecimentos linguísticos cognitivo-acadêmicos necessários na sala de aula.



“Línguas dependem do cérebro humano, não do ouvido humano”
(William Stokoe)

Fonte: Adaptado de Campos (2012)

Estudantes surdos apresentam menor monitorização de compreensão² e aprendizagem com a frequência e a precisão que seus colegas ouvintes o realizam. Eles frequentemente superestimam quanto eles compreenderam e aprenderam por meio da leitura e da compreensão de linguagem na

sala de aula. Além disso, o menor vocabulário e a tendência em não se engajar em processamento integrativo e inferencial sugerem problemas metacognitivos. Isto pode ocorrer porque, normalmente, crianças surdas crescem com experiências educacionais e de linguagem relativamente

² Monitoramento da compreensão envolve estratégias metacognitivas de leitura como formulação de hipóteses, fazer inferências sobre dados que não foram apresentados explicitamente, analisar títulos, tópicos, gráficos e figuras, entre outras (HODGES; NOBRE, 2012).

empobrecidas que os deixa incapaz para julgar o próprio aprendizado (MARSCHARK; KNOOR, 2012).

Uma alternativa para apoiar a aprendizagem seria fazer uso de aula dialogada de forma a promover o envolvimento ativo dos estudantes surdos nas discussões. Para incentivar a participação, os professores podem direcionar um questionamento para um estudante e caso relute em responder, permita que outro colega responda-o, mas depois devolva a pergunta novamente para o primeiro estudante. Desse modo o estudante vai perceber a importância em participar (LEMOV, 2011).

Estas questões de interação em sala de aula estão relacionadas à cognição social. A cognição social exige o uso do contexto que

envolvem a localização, interação (professores e colegas ouvintes), objetivos e expectativas, processamento relacional entre unidades (comportamentos sociais) e monitoramento de resultados intermediários. São situações nas quais os estudantes reflitam as relações entre tarefas com o conteúdo específico onde o professor os ajudarão a implementar estratégias cognitivas e metacognitivas³.

Para minimizar estas questões que podem prejudicar a aprendizagem, professores precisam fornecer um rico ambiente de instrução e fazer as relações de forma explícita entre o que os estudantes já sabem e os novos conhecimentos apresentados de forma a favorecer a aprendizagem significativa.

³ Metacognição está relacionada a possibilidade de refletir e repensar qualquer ação, percepção ou representação mental, assim como a elaboração consciente ou inconsciente de qualquer lógica ou gramática (SEMINERIO, 2000).

2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE BIOLOGIA POR MEIO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A disciplina de Biologia envolve as diversas relações que existem entre os seres vivos e destes com o meio ambiente. Muitos temas em Biologia são abstratos e complexos, entre eles a Citologia. Este conteúdo é complexo por ser constituído de muitos elementos que se relacionam entre si e podem ser considerados sob diferentes aspectos e abstrato pois necessita uma visão tridimensional para compreender estruturas microscópicas e não palpáveis (FIALHO, 2013; PETROVICH et al., 2014).

E devido à complexidade e abstração de muitos conteúdos de Biologia os estudantes podem apresentar dificuldades de aprendizagem. Estas dificuldades podem ser mais altamente desafiadora para os estudantes surdos, pois, além do exposto acima, precisam ler e escrever sobre estes conteúdos em língua portuguesa escrita, cujo esforço para realizar a transição de sinal para a forma escrita de uma língua falada desconhecida é um procedimento mais difícil em comparação a transição de uma palavra oral para a forma escrita da mesma língua falada. Nestas circunstâncias, como afirma Wellington e Osborne (2001), aprender Ciências é aprender uma terceira língua.

Por essas razões, a disciplina de Ciências ou Biologia pode ser uma das mais relevantes ou mais insignificante,

dependendo do que for ensinado e como for ensinado (KRASILCHIK, 2008). Portanto, destaca-se não apenas o conhecimento sobre os conteúdos, mas a metodologia de ensino utilizada pelo professor para planejar uma unidade de ensino.

Uma unidade de ensino é formada por um conjunto de conteúdos interrelacionados e complementares sobre um tema. A sequência destes conteúdos deve fazer sentido, pois um se relaciona ao outro a partir das aprendizagens anteriores ao mesmo tempo que acrescentam novos conhecimentos que servirão de base para conteúdos posteriores.

O planejamento docente envolve tanto as atividades didáticas que incluem a seleção dos conteúdos, metodologia, recursos e avaliação, em virtude dos objetivos propostos, quanto a sua revisão e adequação de forma a articulá-lo ao contexto social no decorrer do processo de ensino (LIBÂNEO, 1994).

Portanto, no planejamento das estratégias e recursos para ministrar aula de Ciências, o objetivo é alcançar resultados esperados para que o estudante possa entender o que é conhecido (BIZZO, 2009). O planejamento de uma unidade de ensino deve iniciar com a participação dos estudantes para atestar o que estes já

conhecem sobre o tema e a partir destes conhecimentos, elaborar os objetivos a serem alcançados para cada conteúdo, os recursos e metodologias adequados ao tema,

aos estudantes e nível de ensino, além das formas de avaliação para atestar os conhecimentos adquiridos.

• Para elaborar as UEPS, Moreira (2011) indica oito aspectos sequenciais:

- A definição do tópico a ser abordado;
- B externalização dos conhecimentos prévios a partir da proposição de situações que a estimulem;
- C enunciação de situações problemas que deem sentido aos novos conhecimentos e podem motivar o estudante a aprender;
- D apresentação do conhecimento de forma progressiva a partir dos aspectos mais gerais aos mais específicos a fim de desencadear no estudante o desenvolvimento do processo cognitivo da diferenciação progressiva;
- E resgate dos aspectos mais estruturantes do tema, em nível mais elevado de complexidade do apresentado anteriormente, a fim de que o aluno possa desenvolver o processo de reconciliação integradora. Após essa etapa, pode ser proposta uma atividade para ser executada de forma coletiva e colaborativamente;
- F conclusão da unidade, retomada das características mais relevantes, porém de uma perspectiva integradora. Finalizando com a proposição de novas situações problemas a serem resolvidas novamente, coletiva e colaborativamente, mas em nível mais elevado do que a anterior;
- G avaliação da aprendizagem deve ser contínua e formativa no decorrer do processo de implantação da UEPS. No entanto, uma última avaliação somativa e individual deve ser aplicada no final do processo.
- H o êxito da UEPS só será considerado se as avaliações fornecerem evidências de aprendizagem significativa.

A construção de uma UEPS está pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. E para a sua concretização são necessárias algumas condições, das quais, a mais importante, são os conhecimentos que os estudantes já possuem, denominados subsunçores que, a partir da predisposição do estudante em aprender, deverão ser vinculados de forma não arbitrária e não literal aos novos conhecimentos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003).

Destas condições, a disposição do estudante em aprender não está no controle dos docentes. Contudo, podem ser utilizados organizadores prévios para desencadear a motivação dos estudantes. Organizadores prévios são instrumentos como textos, ilustrações, filmes, música, Mapas Conceituais entre outros que antecipam o tema em maior nível de abrangência do que será exposto posteriormente. Portanto, utilizados como mediadores entre os novos conhecimentos e ativação dos subsunçores em desuso na estrutura cognitiva do estudante ou ainda assumir o papel destes quando estiverem ausentes ou insuficientes para ancorar os novos conhecimentos.

A apresentação dos novos conhecimentos exige dois cuidados essenciais: 1) a identificação, na estrutura cognitiva particular do aprendiz, de conhecimentos prévios que possam servir de âncora para auxiliar na organização, compreensão e assimilação dos novos conhecimentos e 2) que a apresentação destes seja de forma não arbitrária, ou seja, os novos conhecimentos não devem ser apresentados aleatoriamente sem que o estudante possa relacioná-los a outro conhecimento preexistente na sua estrutura

cognitiva a fim de que se diferenciem pela somatória de significados trazidos pelos novos conhecimentos. E também que estes sejam incorporados de forma substantiva ou não literal à estrutura cognitiva, isto é, apresentar significado lógico de forma que possa ser expresso apropriadamente de diferentes maneiras pelo estudante sem ter que empregar os mesmos termos utilizados pelo professor (Ausubel, 2003).

Neste contexto, o material a ser utilizado deve apresentar estas duas propriedades, substantividade e não arbitrariedade, relacionadas à disposição do estudante e, então, considerar-se-á potencialmente significativo. Logo, voltamos para a premissa desta teoria: “o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137).

Outra premissa dessa teoria é o desenvolvimento simultâneo de dois processos cognitivos no estudante: a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos novos conhecimentos.

A diferenciação progressiva ocorre quando os novos conhecimentos são apresentados gradativamente a partir de conceitos mais gerais até chegar aos mais específicos. Conforme Novak e Cañas (2006) o processo de diferenciação requer que o estudante se baseie nos seus conhecimentos prévios mais gerais e enriqueça-os com novos significados, modificando-os. Este é um processo progressivo, portanto o que era uma nova ideia, após ser assimilado na estrutura cognitiva do aluno e se integrar aos outros já existentes, serve como subsunçor para outra nova ideia. Assim, há uma reorganização

cognitiva e simultânea ao processo da reconciliação integrativa.

Destarte, a reconciliação integrativa ocorre de forma recursiva, na qual os subsunçores são relacionados e reorganizados entre si de modo a ser percebidos com denotação de conceito mais abrangente. (MOREIRA, 2012). Esta reconciliação entre conceitos é importante para esclarecer conflitos e ideias que podem ter ficado confusas de tal forma a distorcer o significado dos conceitos mais inclusivos (NOVAK; GOWIN, 1999, NOVAK; CAÑAS, 2006).

Como a aprendizagem significativa é progressiva, uma unidade deve ser planejada após a finalização da que a antecede, pois o novo conhecimento da unidade anterior, agora serve de âncora para outros novos conhecimentos, logo os conhecimentos prévios se consolidam num processo longo, com rupturas e continuidades. Por conseguinte, para a consolidação significativa um mecanismo pode ser a repetição de uma ideia apresentada em conteúdos sequenciados e dependentes naturalmente daquele que o antecedeu. A redundância da ideia apresentada por diferentes instrumentos de instrução e de

avaliação tem um maior potencial facilitador da aprendizagem e promove no estudante o constante desenvolvimento dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (AUSUBEL, 2003).

Como a aprendizagem é um processo contínuo, a avaliação também precisa sê-lo, pois desta forma possibilita ao professor recolher dados, refletir sobre eles e, se necessário, redirecionar o processo de ensino. É, portanto, parte integrante do processo de ensino e de aprendizagem.

O foco da avaliação durante a aprendizagem significativa é verificar a compreensão e absorção de significados e a capacidade de relacioná-los entre si. Para Ausubel, a avaliação evidencia a compreensão da aprendizagem quando o estudante é capaz de aplicar os novos conhecimentos em situações que não lhe são familiares.

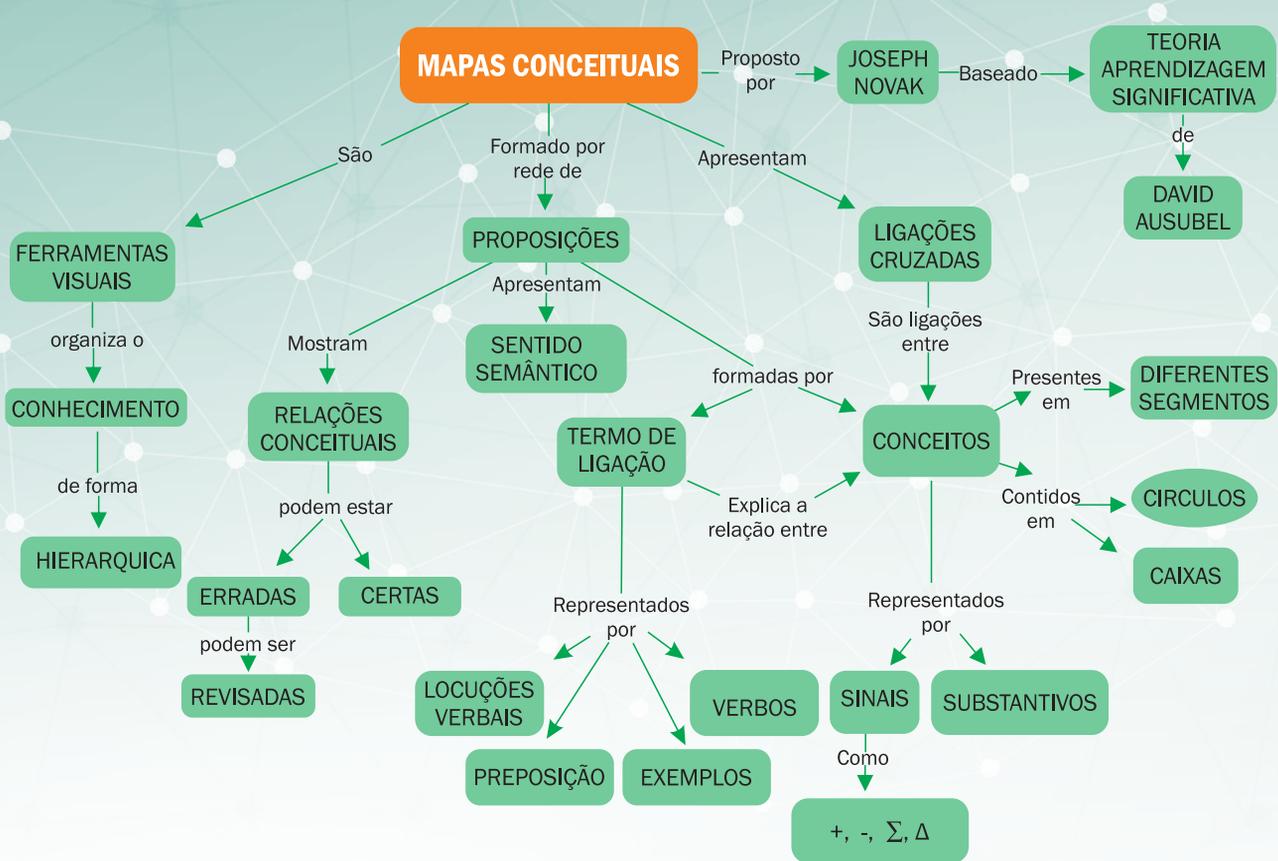
Este posicionamento de Ausubel para avaliação é considerado radical para Novak e, por essa razão, apresenta os Mapas Conceituais como recurso de instrução e avaliativo para demonstrar evidências da aprendizagem significativa.

2.1 AVALIAÇÃO POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS

Os Mapas Conceituais, doravante MC, são considerados como um recurso esquemático que pode representar hierárquica e sistematicamente grande quantidade de informações verbais (NOVAK, 2004) e pode ser uma forma de desenvolver

processos cognitivos no estudante, pois conforme Novak e Cañas (2008, p. 10, grifo nosso), “são **ferramentas gráficas** para a organização e representação do conhecimento”.

Conforme Novak (2004, 2010) Novak e Cañas (2004; 2006; 2008) os Mapas Conceituais apresentam as seguintes características:



- ✓ são constituídos por redes de proposições. Cada proposição é formada por [conceito] + termo ou frase de ligação + [conceito];
- ✓ os conceitos traduzem regularidades perceptíveis em acontecimentos ou objetos que nos rodeiam. São designados por rótulos que podem ser palavras (substantivos ou adjetivos) ou sinais tais como +, -, Σ , Δ etc contidos em caixas ou círculos (NOVAK, 2010);
- ✓ os termos ou frases de ligação podem ser verbos ou locuções verbais (preposicionadas ou não) ou preposições que expressam a relação entre os conceitos por meio de uma linha de conexão. O vocábulo exemplo também pode ser um termo de ligação;
- ✓ os conceitos são listados subordinadamente, ou seja, a partir de um conceito raiz (mais geral) são vinculados dois ou mais conceitos (mais específicos) formando um nível hierárquico e deste, outros conceitos são ligados de modo a formar mais níveis hierárquicos até formar uma rede de proposições;
- ✓ nos casos em que a ordenação dos conceitos não seja por subordinação, a direção da leitura pode ser indicada por uma flecha (NOVAK, GOWIN, 1999);

- ✓ cada proposição é uma unidade de significado, cuja a leitura deve ser realizada de cima para baixo e, conforme acrescenta Derbentseva e Kwantes (2014), da direita para esquerda;
- ✓ as proposições podem estar erradas ou corretas de forma a demonstrar (in)compreensão do conteúdo;
- ✓ apresenta uma pergunta focal, de forma a direcionar as ideias presentes no MC para responder a questão;
- ✓ podem apresentar ligações cruzadas (cross links), que são ligações entre conceitos em diferentes segmentos do conhecimento que representam uma diferenciação mais profunda dos conceitos relacionados;
- ✓ deve estar em constante revisão.

As proposições do MC devem ser elaboradas com objetivo de responder a uma pergunta focal que direciona a atenção do estudante para a questão afim de manter o foco e evitar abordagens de outros temas relacionados. Por esse motivo, o MC deve estar constantemente em revisão.

Essa forma de representação dos conceitos coincide com a estrutura da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, pois facilita a negociação, construção e aquisição de significados. Outrossim, vai ao encontro de uma educação centrada no aluno para atender ao desenvolvimento harmônico das suas habilidades e dimensões cognitiva, pessoal e social (NOVAK; GOWIN, 1999).

Para avaliação de estudantes surdos que, geralmente, apresentam dificuldades de leitura e escrita, sugerimos o uso de MC esqueleto (mapas conceituais semiestruturado por especialistas) constituído por uma lista sugestiva de conceitos (parking lot) para servir como ponto

de partida e suporte para o estudante selecionar conceitos e acrescentar novas proposições. Dessa forma contribui para superação dos equívocos ou ideias errôneas que os alunos têm sobre muitos domínios do conhecimento e que podem interferir com a aprendizagem nova (NOVAK; CAÑAS, 2008).

Antes de utilizar os MCs na sala de aula, seja como recurso instrucional ou avaliativo, os docentes precisam conhecer a teoria ausubeliana que o fundamenta e estar capacitados com a técnica de elaboração dos MCs para evitar erros. Os erros mais comuns na construção dos mapas ocorrem na hierarquização dos conceitos e no inter-relacionamento das proposições. Para evitá-los, é necessário treinamento na técnica antes de utilizá-los como estratégia de aprendizagem (HILBERT; RENKL, 2008; CONRADTY; BOGNER, 2010).

A construção de bons MC exige técnica, que podem ser adquiridas com apresentação de MC elaborados pelo professor e também por meio de um

treinamento prévio com orientações para o processo de construção (HILBERT; RENKL, 2008; CONRADTY; BOGNER, 2010).

Para que os estudantes se familiarizem com MC é recomendado uma construção coletiva sobre um tema conhecido por todos como família, moradia ou apresentação pessoal. Para incentivar a participação de todos, o professor pode elaborar um questionamento, cujas respostas podem surgir por meio de brainstorming, ou seja, uma tempestade de ideias que vem à cabeça sobre o tema, as quais podem ser escritas no quadro.

Neste momento o professor identifica os conceitos (circula-os com uma cor diferente) e os define como palavras que nomeiam ou traduzem as regularidades dos objetos ou de acontecimentos.

Para mostrar a importância das palavras de ligação o professor pode encobri-las nas frases escritas no quadro para mostrar como é fácil mudar o sentido das ligações por meio da substituição destes termos de forma que os estudantes percebam como são importantes para mostrar o significado das relações entre um conceito e outro.

Em diálogo com os alunos, o professor mostra-lhes quais são os conceitos mais gerais ou importantes e aqueles que são menos inclusivos e específicos, sistematizando-os hierarquicamente de forma que os conceitos mais gerais sejam colocados na parte superior e a partir deles, subordinando, através das palavras de ligação, os conceitos menos inclusivos na parte inferior. Desta forma, os estudantes os

organizam por meio da diferenciação progressiva entre os conceitos a partir da hierarquização estabelecida e ainda demonstram a reconciliação integradora equivalente as relações entre os conceitos que se encontram em níveis diferentes.

A análise dos MCs pode ser realizada mesclando critérios⁴ da Taxonomia Topológica proposta por Cañas et al. (2006) que mede a complexidade estrutural do MC e da Taxonomia Semântica desenvolvida por Miller e Cañas (2008) para avaliar o conteúdo. Neste trabalho, a mesclagem destas duas taxonomias resultou em uma classificação de quatro critérios, a saber: 1) conceito e forma do MC; 2) nível do MC; 3) Proposições válidas e 4) Ligações cruzadas (Quadro na próxima página).

Para cada critério criamos uma rubrica com escala de pontos (10 pontos para cada critério) somados para obter uma pontuação total. Esta pontuação total é posteriormente dividida por quatro, equivalente a quantidade de critérios avaliados para então, ser traduzida em uma escala de qualidade de conteúdo dividida em 5 níveis: excelente (9 a 10 pontos); bom (7 a 8 pontos); regular (5 a 6 pontos); pobre (3 a 4 pontos) e insuficiente (1 a 2 pontos).

Após conhecer as especificidades sobre a surdez que implicam na aprendizagem e os aportes teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e os Mapas Conceituais de Novak podemos aplicar esses conhecimentos na prática a partir do desenvolvimento de uma UEPS sobre Citologia para estudantes surdos abordados na próxima seção.

⁴A pontuação estabelecida para cada critério é uma sugestão dos autores, outros valores podem ser atribuídos para determinar a escala da rubrica como, por exemplo excelente (2,5pt), bom (2,0pt), regular (1,5pt), pobre (1,0) e insuficiente (0,0pt).

Quadro dos Critérios e pontuação para avaliar MC

Escola qualitativa de conteúdos Pontuação para os critérios	Excel. 9 a 10 pts	Bom 7 a 8 pts	Regular 5 a 6 pts	Pobre 3 a 4 pts	Insuficiente 1 a 2 pts
<p>1. Conteúdo e forma do MC</p> <p>a) Conceitos aparecem nas caixas e termos de ligação aparecem nas linhas;</p> <p>b) Existem conceitos duplicados</p> <p>c) Existem caixas com muita informação</p> <p>d) Usa todos os conceitos da lista (<i>parking lot</i>)</p>	<p>Conceitos nas caixas;</p> <p>Não falta termos de ligação entre conceitos;</p> <p>Usa todos os conceitos listados</p> <p>Não há conceitos duplicados</p>	<p>Conceitos nas caixas;</p> <p>Usa termos de ligação entre conceitos;</p> <p>70 a 80% dos conceitos listados são perdidos</p>	<p>Conceitos nas caixas;</p> <p>Metade dos conceitos não são ligados por termos de ligação;</p> <p>50 a 60% dos conceitos listados são perdidos</p>	<p>Conceitos nas caixas;</p> <p>Não há termos de ligação entre conceitos</p> <p>70 a 80% dos conceitos listados são perdidos</p>	<p>Predominância de caixa com textos</p>
<p>2. Nível do MC</p> <p>a) Desenvolve estrutura hierárquica</p> <p>b) Flui a partir de um conceito inicial</p> <p>Apresenta ramificação com outras ramificações</p>	<p>Desenvolve vários níveis hierárquicos dos quais formam outros pontos de ramificação interconectados entre si</p>	<p>Desenvolve vários níveis hierárquicos a partir do conceito raiz, mas somente alguns destes níveis formam outros níveis</p>	<p>Desenvolve vários níveis hierárquicos a partir do conceito raiz;</p> <p>Apresenta conceitos desconectados do conceito raiz (solitos), mas que desenvolvem outras ramificações</p>	<p>Desenvolve estrutura hierárquica com apenas dois níveis</p>	<p>Desenvolve estrutura hierárquica de forma linear</p>
<p>3. Proposições válidas</p> <p>a) Formada pela tríade [conceito] + frase de ligação + [conceito]</p> <p>b) Formam unidades semânticas autónomas.</p> <p>c) As proposições são verdadeiras</p> <p>d) As proposições são falsas em relação ao conteúdo</p>	<p>Mais de 80% são proposições válidas e verdadeiras</p>	<p>70 a 80% das proposições válidas verdadeiras.</p>	<p>Metade das proposições são válidas e verdadeiras.</p>	<p>30 a 40% das proposições válidas verdadeiras.</p>	<p>Até 20% das proposições válidas e verdadeiras.</p>
<p>4. Número e qualidade das ligações cruzadas</p> <p>Corresponde as ligações que ocorre entre conceitos de diferentes níveis hierárquicos do MC, resultado da alteração substancial no significado de um conceito</p>	<p>Contém mais de 3 ligações cruzadas relevantes e adequadas e não há perda de relevante ligações cruzadas</p>	<p>Contém até 3 ligações cruzadas relevantes e adequadas e com 30 a 40% de perda de relevante ligações cruzada</p>	<p>Contém até 2 ligações cruzadas relevantes e adequadas, mas com 50 a 60% de perda de relevante ligações cruzadas</p>	<p>Contém 1 ou 2 ligações cruzadas e estabelecem relações corretas, porém são redundantes ou não relevantes</p>	<p>Não contém ligações cruzadas ou com ligações cruzadas, mas são todas falsas</p>

3 PLANEJAMENTO DE UMA UEPS SOBRE CITOLOGIA

Como a Citologia é um tema amplo normalmente é dividido em diversas unidades de ensino e estas em diversos capítulos como em Amabis e Martho (2009), a unidade “Organização e processos celulares” está dividida em cinco capítulos. Neste trabalho abordamos apenas um capítulo desta unidade denominada “fronteira da célula” que discorre sobre a membrana plasmática.

O ensino de Citologia ocorre principalmente por meio de aulas expositivas que transmitem os conteúdos de forma passiva aos alunos, com pouca ou nenhuma realização de aula de microscopia pela ausência de laboratórios de Biologia nas escolas (BRASIL, 2013) ou de experiências. Está pautado principalmente na resolução de exercícios para a memorização de termos científicos sem significados que não se aplicam aos problemas encontrados na sociedade.

Como estudantes surdos estão preferencialmente incluídos nas escolas regulares, é necessário que o professor adote uma metodologia adequada para apoiar a explanação do conteúdo de forma a evitar que a exposição do conteúdo seja exclusivamente através da oralidade, pois pode ocorrer de o TILS não conseguir realizar a interpretação integral do discurso, prejudicando a comunicação e, conseqüentemente, o aprendizado dos estudantes surdos.

O uso exclusivo do livro didático como

recurso também tem se mostrado pouco produtivo quando estudantes surdos estão presentes na sala de aula, principalmente por conter mais textos do que imagens. Mesmo quando imagens estão presentes, podem conduzir os estudantes a projetarem uma visão bidimensional de objetos, seres ou lugares que na realidade são tridimensionais.

Conforme Campello (2008), a linguagem contida no livro é dirigida a estudantes não-surdos, dificultando o processo de compreensão dos enunciados e explicações devido a forma de raciocínio dos surdos ser orientada pela visualidade. Por esta razão, o professor deve apoiar sua explanação através de materiais que evidenciem imagens a respeito do que está sendo apresentado através de maquete, desenho, mapa ou outros (LACERDA; SANTOS; CAETANO, 2011).

Diversificadas metodologias e recursos podem ser aplicadas para o desenvolvimentos dos conteúdos relacionados à Citologia. No planejamento deste trabalho utilizamos animações, aula de microscopia, experiências, imagens, mapas conceituais, modelos didáticos e objetos de aprendizagem.

Os recursos utilizados em sala de aula com estudantes surdos devem sempre priorizar o visual. Sugerimos algumas plataformas⁵ educacionais que apresentam diferentes recursos para o ensino de Biologia como animações, objetos de aprendizagem interativos, imagens, vídeos, experimentos etc.



Como o primeiro passo deve ser a avaliação diagnóstica sobre os conhecimentos prévios e, caso o professor pretende fazê-la por meio de Mapas Conceituais sugerimos iniciar com uma oficina sobre elaboração de Mapas Conceituais, mostrando aos estudantes o

que são conceitos, a importância da vinculação entre eles por meio das palavras de ligação, as ligações cruzadas entre conceitos de diferentes ramificações do MC. Você pode fazer esta atividade com papel e caneta ou com o software *cmaptools*⁶.

⁵ EduCapes (Portal de Recursos educacionais) disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/>
 Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>
 Portal do professor disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>
 CEDERJ (Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro) disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br>
 Biotecnologia, Ensino e divulgação disponível em: <http://www.bteduc.bio.br>
 RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação) disponível em: <http://rived.mec.gov.br/>
⁶ Software *cmaptools* disponível para download em: <https://cmap.ihmc.us/>.

3.1 OFICINA SOBRE MAPAS CONCEITUAIS

Para que os alunos se familiarizem com MC, o professor pode usar um MC para se apresentar. Realizando a leitura com os estudantes a partir do conceito raiz (nome do

professor) de cima para baixo e da esquerda para direita (DERBENTSEVA; KWANTES, 2014).



Esta apresentação tem o intuito de exemplificar a técnica de mapeamento conceitual aos estudantes e orientá-los a elaborar um Mapa Conceitual. Após esta apresentação, para incentivar a participação dos alunos, inicie com a seguinte pergunta: O que faz você ser uma pessoa única? As respostas surgidas por meio de brainstorming são elencadas no quadro pelo professor, como por exemplo, o nome de cada um, cidade onde nasceu, estado civil, bairro onde mora, escola que estuda e o que gosta de fazer.

Os nomes, lugares, datas, eventos correspondem aos conceitos e são aqueles que estão dentro das caixas ligados uns aos outros por termos de ligação. Para explicar como ligar os conceitos, colocamos a mão sobre os termos de ligação (verbo ou

preposição) para mostrar como é fácil mudar o sentido das ligações por meio da troca destes termos de forma que percebam como são importantes para mostrar o significado. A partir do conceito raiz (nome da professora), a proposição [Nome]+ nasceu em + [25 de maio] poderia ser alterada para [Nome] + viajou em + [25 de maio] ou [Nome] + casou em + [25 de maio] ou [Nome] + formou em + [25 de maio]. Portanto, as palavras de ligação servem para ligar significativamente um conceito a outro.

Após estas explicações, os estudantes produzem seus MC e os apresenta para os colegas e depois o entregam para o professor. É interessante repetir a técnica para a elaboração de MC quantas vezes forem necessárias com temas diversos, elaborados colaborativamente em pequenos grupos e

individualmente até que os estudantes dominem a técnica.

Durante a construção do MC é interessante que os estudantes possam interagir uns com os outros, pois a interação em grupo na sala de aula potencializa a aprendizagem por proporcionar a exposição de ideias,

argumentação, compartilhamento de informações para tomar decisões e construção do conhecimento colaborativamente (PERRENOUD, 1999).

Após verificar que os estudantes já estão habituados com a técnica de elaboração do MC, pode ser realizada a identificação dos conhecimentos prévios.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Para esta avaliação, o professor pode elaborar um MC esqueleto constituído de uma sugestiva lista de conceitos que servirão como base para que os estudantes

relembrem o que já estudaram. No caso de os estudantes surdos apresentarem dificuldades em reconhecer as palavras do MC, o TILS pode sinaliza-las em Libras.

NOME.....

Quais são as características básicas da célula?

CÉLULA

TEM 2 TIPOS

CÉLULAS PROCARIOTES

EXEMPLO
?????

CÉLULAS EUCARIOTES

EXEMPLO
?????

PAREDE CELULAR

MEMBRANA PLASMÁTICA

CITOPLASMÁTICA

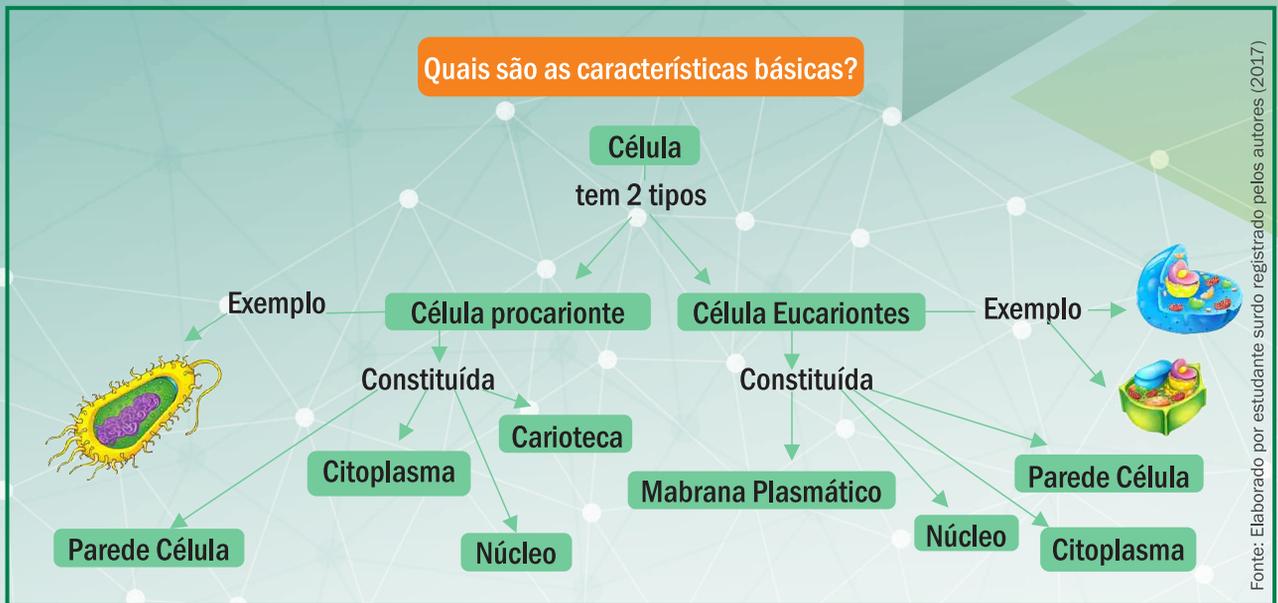
ORGANELAS

NÚCLEO

CARIOTECA

A avaliação dos MC deve ser realizada de modo a considerar os critérios da Taxonomia Topológica (CAÑAS et al., 2006) e Semântica (MILLER; CAÑAS, 2008)

mescladas conforme apresentado na seção 2.1. Abaixo apresentamos um exemplo de MC construído por um estudante surdo e a forma da avalia-lo.



A partir do quadro, o professor pontua o MC de acordo com os critérios estabelecidos. Mas, mais importante do que a nota é fazer um comentário e mostrar ao estudante o que está errado para que ele possa refazer o MC, corrigindo os equívocos.

Após a avaliação da identificação dos conhecimentos prévios, o professor pode estabelecer os conteúdos, objetivos, metodologias e recursos que serão empregadas no desenvolvimento da UEPS.

Quadro avaliativo de MC					
Escala qualitativa de conteúdos Pontuação para os critérios	Excelente 9 a 10 pts	Bom 7 a 8 pts	Regular 5 a 6 pts	Pobre 3 a 4 pts	Insufic. 1 a 2 pts
1 Conteúdo e forma do MC a) Conceitos aparecem nas caixas e termos de ligação aparecem nas linhas; b) Existem conceitos duplicados c) Existem caixas com muita informação d) Conceitos da lista (parking lot)		7			
2 Nível do MC a) Desenvolve estrutura hierárquica b) Flui a partir de um conceito inicial c) Apresenta ramificação com outras ramificações		7			
3 Proposições válidas a) Formada pela tríade [conceito] + frase de ligação + [conceito] b) Formam unidades semânticas autônomas. c) As proposições são verdadeiras d) As proposições são falsas em relação ao conteúdo	9				
4 Número e qualidade das ligações cruzadas Corresponde as ligações que ocorre entre conceitos de diferentes níveis hierárquicos do MC, resultado da similaridade entre conceitos					1
TOTAL	24/4=6,0 pontos (Regular)				
COMENTÁRIO	<p>Você desenvolveu um MC com proposições válidas, mas algumas estão incorretas, então você pode melhorar seu MC; Você também esqueceu de listar um conceito [organela]; Como as células eucariontes são classificadas em animal e vegetal você deveria ter listado as estruturas encontradas em cada célula, representando por meio de ligações cruzadas aquelas que são similares entre as células.</p>				

3.3 CONSTITUINTES DE CÉLULAS EUCARIONTES E PROCARIONTES

Como no Ensino Fundamental o conteúdo sobre célula é normalmente apresentado como unidade de construção dos seres vivos, sugerimos que o professor inicie a apresentação a partir da apresentação⁷ de diferentes seres vivos (bactérias, protozoários, fungos, animais e vegetais) retiradas da internet ou por meio de objeto de aprendizagem⁸ (BENCHIMOL, 2010a).



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Questione os estudantes o que todos tem em comum. Esperamos que a resposta esteja relacionada ao fato de todos os seres serem constituídos de células. Em seguida, relacione os seres vivos aos diferentes tipos de célula.

ESTRUTURA DA MEMBRANA PLASMÁTICA



(BENCHIMOL, 2010)

O nosso planeta é habitado por uma grande variedade de organismo vivos. Quando os observamos, todos parecem muito diferentes, não é mesmo? mas esses organismo apresentam uma característica primordial em comum. Você sabe que característica é essa?

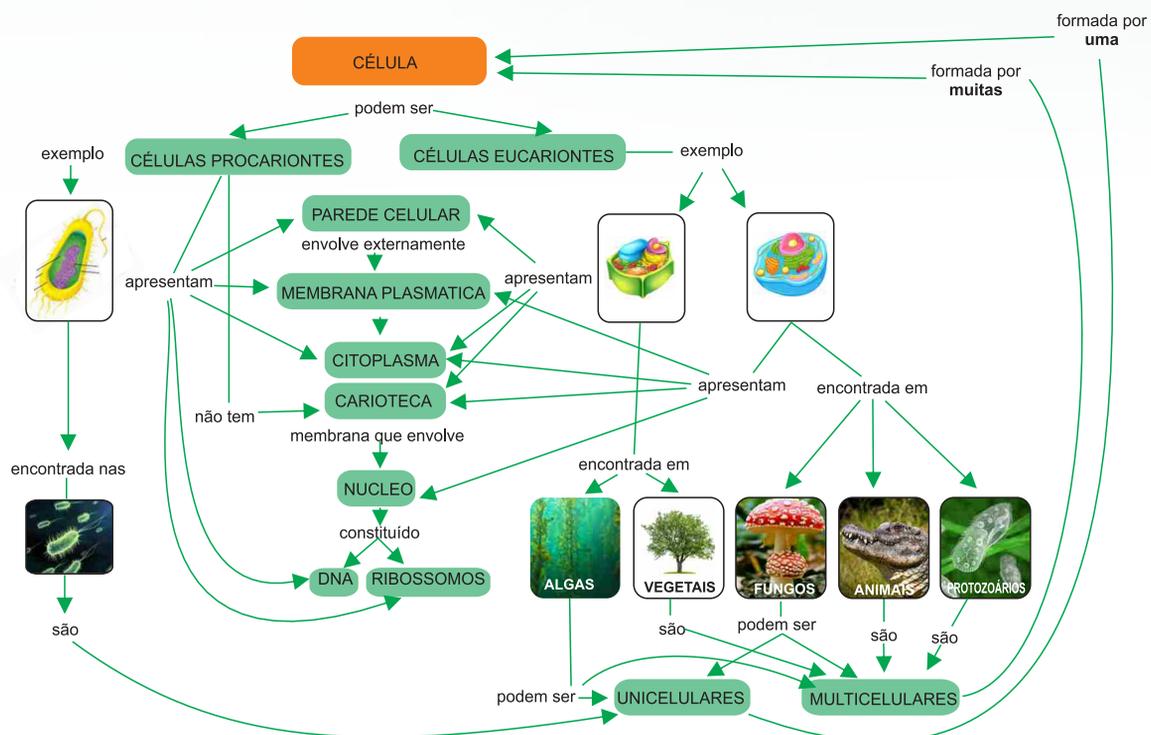
⁷ A apresentação pode ser por meio de programa power point ou de cartaz.

⁸ Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5494/metadados>.

Posterior a compreensão de que todos os seres vivos são constituídos por células, o professor apresenta os diferentes tipos de células (procariontes, eucariontes animal e vegetal) e as organelas presentes em cada tipo. Neste momento, as organelas são apresentadas superficialmente apenas como elemento diferenciador entre as células, apresentadas por meio de imagens ou objeto de aprendizagem (CECIERJ⁹, 2011 ou BENCHIMOL¹⁰, 2010b).



Para que os estudantes estabeleçam explicitamente a relação entre as estruturas celulares e quais estão presentes nas células procariontes e eucariontes (animal e vegetal) apresente o MC sobre estas estruturas básicas da célula.



Fonte: Elaborado pelos autores(2017)

9 Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/7514/metadados>

10 Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5488/metadados>

3.4 CONSTRUÇÃO DE MODELO DIDÁTICO CELULAR

Como atividade de fixação podem ser construídos modelos didáticos¹¹ das células. Para a construção destes modelos, a turma pode ser dividida em três grupos, cada um responsável pela construção do modelo de um tipo de célula (procarionte, eucarionte animal e vegetal). Os materiais utilizados para a construção podem variar, dependendo da durabilidade que o professor deseja para os modelos, pois podem ser construídos com massinha de modelar (BRANDÃO, 2013) ou biscuit (SANTOS, 2012). Independente disso, será necessário pistola de cola quente, bola de isopor oca, placa de isopor, estilete, tinta guache, pincel chato, E.V.A, gelatina incolor ou parafina gel (para fazer o citoplasma).

Receita

Receita de massinha de modelar caseira (BRANDÃO, 2013)

Materiais:

- 4 xícaras de farinha de trigo
- 1 xícara de sal
- 1 e 1/2 xícara de água
- 1 colher de chá de óleo

Modo de preparo:

Numa tigela grande, misturar todos os ingredientes e amassar bem até ficar boa para modelar. Guardar em saco plástico ou vidro bem tampado. Para dar cor a massinha, compre corante para alimento e pingue algumas gotas.

¹¹ Construção de modelos didáticos disponível em: https://bteduc.com/guias/62_Modelos_celulares_2.pdf

Receita

Receita de massa de biscuit (SANTOS, 2012)

Materiais:

- 2 xícaras de cola branca Cascorez (ou outra com rótulo azul com especificação “própria para porcelana fria”)
- 2 xícaras de amido de milho (maisena)
- 1 colher de sopa de vinagre branco ou limão
- 2 colher de sopa de vaselina líquida
- 1 tigela de vidro (para micro-ondas)
- 1 colher de sopa de creme hidratante (não gorduroso)

Modo de preparo:

Misture todos os ingredientes na tigela de vidro, menos o creme para as mãos. Mexa bem até que todo amido esteja dissolvido.

Em seguida leve a tigela ao micro-ondas por 3 minutos. É importante lembrar que a cada 1 minuto você deverá abrir o micro-ondas e mexer para que a massa cozinhe toda por igual.

Assim que a massa estiver totalmente cozida, espalhe o creme para as mãos numa superfície de mármore ou de granito, de preferência. A massa tem que ser sovada ainda quente, pois isso vai garantir um resultado satisfatório, mas muito cuidado para não queimar as mãos. Se a massa estiver muito quente ao toque para você, vá sovando aos poucos e se acostumando com a temperatura. Quanto mais ela for sovada melhor ficará para trabalhar com ela!

Quando ela estiver terminada e se encontrar numa consistência homogênea, faça um rolinho, (assim evita que crie bolhas de ar) e envolva em um saco plástico ou filme plástico e mantenha assim até a hora do uso para que não resseque. Se a massa ficar suada, seque-a com um pano e coloque em outro saco seco.

Para que os estudantes não formem conceitos equivocados da relação de tamanho entre uma organela e outra, o modelo deve ser construído, preferencialmente em escala. Como a célula e as suas estruturas são microscópicas, medidas em micrones (μm) que, devem ser ampliadas em uma escala ($1\mu\text{m}$ corresponde a 1cm) para a construção do modelo didático.

Quadro do Tamanho real das estruturas celulares

Estrutura	Tamanho médio real (μm)
Célula	$30\mu\text{m}$
Núcleo	$7,5 - 10\mu\text{m}$
Nucléolo	$2,5\mu\text{m}$
Mitocôndria	$(3- 10) \times 1\mu\text{m}$
Lisossomo	$2\mu\text{m}$
Retículo endoplasmático	$0,5\mu\text{m}$
Complexo de Golgi	$1 \times 1\mu\text{m}$
Vacúolo	$15 \times 20\mu\text{m}$
Ribossomo	$0,025\mu\text{m}$
Cloroplas	$5 \times 2\mu\text{m}$
Lisossomo	$0,2 \times 2\mu\text{m}$
Peroxisomos	$3\mu\text{m}$
Membrana plasmática	$0,009\mu\text{m}$ (espessura)
Parede celular	$1-2\mu\text{m}$ (espessura)
Microfilamentos (citoesqueleto)	$0,7 \times 0,007\mu\text{m}$ (diâmetro)
Microtúbulos (centríolo)	$0,02\mu\text{m}$ (diâmetro)

Fonte: Malajovich (entre 1990-2015)

Além da escala das estruturas celulares, outro cuidado a ser tomado é que as estruturas comuns em todas as células sejam construídas com o mesmo material para os estudantes perceberem as similaridades entre elas.

Para avaliar o tópico, o professor pode reutilizar o MC esqueleto utilizado na avaliação dos conhecimentos prévios e, assim perceber o avanço dos estudantes no estabelecimento das relações entre os conceitos disponíveis em uma lista sugestiva.

Concluído o tópico sobre a diferenciação entre os tipos de células, o professor define a sequência que as

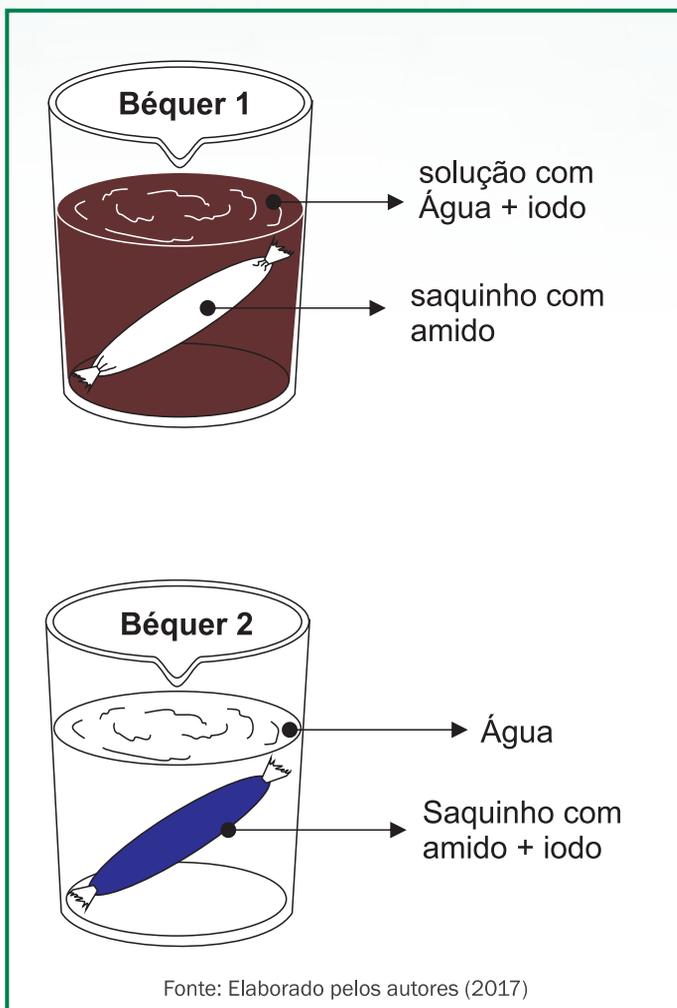
estruturas serão abordadas. Neste trabalho iniciamos o tópico sobre a membrana plasmática por estar presente em todos os tipos de célula. Antes de iniciar a apresentação teórica sobre as propriedades e constituintes da membrana, uma possibilidade é a realização de um experimento para demonstrar a permeabilidade da membrana baseados na afirmativa de Pinto-Silva (2013) de que os surdos têm melhor aproveitamento em aulas nas quais a prática vem antes da teoria. Com a prática estimula-se visualmente os estudantes e colabora com a familiarização dos termos que serão introduzidos posteriormente com a teoria.

3.5 EXPERIMENTO

Antes de iniciar a prática, um questionamento pode ser utilizado como organizador prévio para motivar os estudantes a discutir sobre a principal característica da membrana, a permeabilidade seletiva. Há diversos questionamentos que podem ser elaborados: i) Por que nossos dedos ficam enrugados quando submersos muito tempo na água¹²? ii) Por que a salada temperada fica murcha depois de algumas horas? iii) Porque animais de água salgada não sobrevivem em água doce? Ouça e anote as respostas dos

estudantes e caso nenhuma resposta aborde o fato da passagem de água através da membrana plasmática, diga-lhes que logo terão condições de responder a todas essas questões após compreender o processo de osmose, que é a passagem de água do meio menos concentrado para o meio mais concentrado.

Para explicar o processo de osmose pode ser realizado um experimento simples (PLIESSNIG, 2009) para demonstrar a propriedade de permeabilidade seletiva apresentada pela membrana plasmática.



Para isso foram necessários os seguintes recursos: filme plástico PVC, solução de iodo (vendido em farmácias), amido de milho (maisena), béquer (ou copo transparente) e pipeta (ou conta gotas).

A partir destes recursos, preparamos uma solução de amido de milho (maisena), misturando 1 colher de sopa de amido de milho em 200ml de água quente. Dividimos a solução de amido em duas medidas, em uma delas pingamos algumas gotas de iodo e depois cada medida foi envolvida com filme plástico PVC.

Também foram preparados dois béqueres: um com 60ml água no qual adicionamos 1ml iodo (béquer 1) e outro somente com 60ml de água (béquer 2). Primeiro, foi colocado o saquinho com amido no béquer 1,

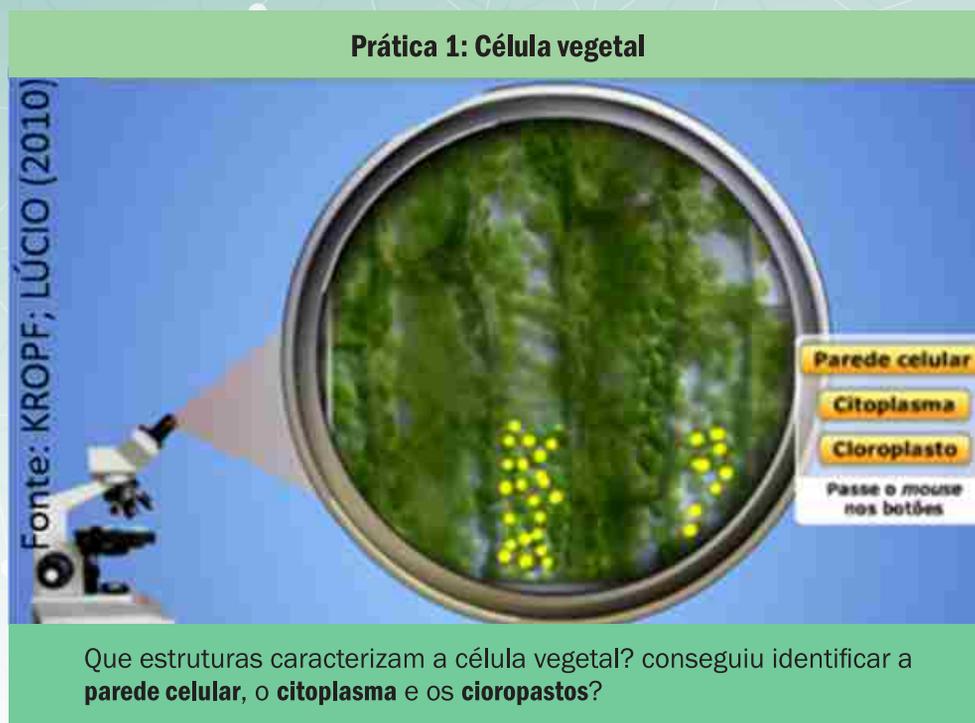
esperamos alguns segundos para que os estudantes verificassem o que acontece. Depois colocamos o saquinho com amido e iodo no béquer 2 e esperamos alguns segundos.

Após essas demonstrações comparamos os comportamentos que ocorreram nos saquinhos quando imersos nas diferentes soluções. No béquer 1, o saquinho com solução de amido teve sua cor alterada pela entrada de iodo através do filme. Já no béquer 2, a água permanece incolor porque o iodo dissolvido na solução de amido não pode mais atravessar o filme

devido ao alto peso molecular da substância. Isso ocorre porque a membrana plasmática tem um comportamento semelhante ao apresentado pelo filme plástico PVC e devido a sua capacidade de permeabilidade seletiva, algumas substâncias que estariam fora e/ou dentro da célula podem ou não passar para o outro lado, facilitando as trocas de substâncias necessárias à sua manutenção. O fato de ela ser capaz de conter substâncias no seu interior, isolando-as do meio externo, lhe dá também o caráter de camada envoltória e protetora da célula.

12 Apesar de sabermos que esta reação de absorção de água nos dedos não ocorre por osmose e sim devido a vasoconstrição dos vasos sanguíneos dos dedos, comandada pelo sistema nervoso para que a água escorra mais facilmente e obter melhor controle ao segurar objetos molhados (MUSSI, 2016) queríamos que os estudantes percebessem especificamente a absorção da água para introduzir a característica de permeabilidade da membrana plasmática.

3.6 AULA DE MICROSCOPIA



Além do experimento, caso a instituição tenha laboratório de microscopia, pode ser agendada uma aula para observação das estruturas da célula vegetal e processo de osmose (ROSSI-RODRIGUES et al., 2011). Caso não haja laboratório de microscopia, pode ser realizada uma simulação por meio de objeto de aprendizagem¹³ (KROPF; LÚCIO, 2010) para visualizar as estruturas celulares.

Professor, no desenvolvimento de aulas práticas, atente-se para o processo de consecutividade de ações que devem ser realizadas pelo estudante surdos ao observar os recursos e o TILS que dependem de tempo. Portanto, elabore um planejamento

prévio com o TILS sobre o experimento e aula de microscopia e lembre-se de que suas ações de explicação e realização dos procedimentos não podem ser simultâneas!

Nesta aula os estudantes poderão verificar as estruturas celulares observáveis ao microscópio óptico e as consequências do processo de osmose quando a célula é inserida em meio hipertônico e hipotônico.

Os materiais necessários para visualização da célula são microscópio, lâmina, lamínula, elódea (planta aquática de aquários), água destilada, pipeta (conta gotas), solução de cloreto de sódio a 5% (5 g de sal de cozinha dissolvido em 100 ml de água) e papel toalha.

¹³ Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5509/metadados>

Os procedimentos a serem seguidos foram adaptados de Rossi-Rodrigues et al. (2011):

- A Retire uma folha jovem de elódea:
- B Coloque sobre uma lâmina com uma gota de água e cubra com a lamínula;
- C Apresente as partes do microscópio: micrômetro, macrômetro, lente ocular e lentes objetivas de 4x, 10x, 40x e 100¹⁴x) e as suas funções pausadamente;
- D Demonstre como calcular a ampliação do objeto como, por exemplo, a lente ocular amplia 100x o objeto e deve ser multiplicada pela ampliação das lentes objetivas. Portanto, é possível ampliar 400x (100 x 4), 1000x (100 x 10) ou 4000x (100 x 40) a capacidade do olho humano;
- E Solicite que observem a folha em aumento de 4x, focalizando próximo à nervura central e aumentem gradativamente para 10x e 40x;
- F Na maior ampliação, solicite que desenhe a célula ou fotografe usando smartphone;
- G Solicite que retirem a lâmina do microscópio e pingue uma gota de solução salina a 5% em um dos lados da lamínula e absorva com papel no lado oposto. Observe pela ocular o que acontece às células. Aguarde alguns minutos e desenhe a célula nesta situação. aprendizagem significativa.

Neste momento, questione os estudantes sobre o que ocorreu com a célula e se conseguem explicar o porquê. Verifique se fazem relação com a permeabilidade da membrana plasmática e então, explique simplificada e o processo de osmose.

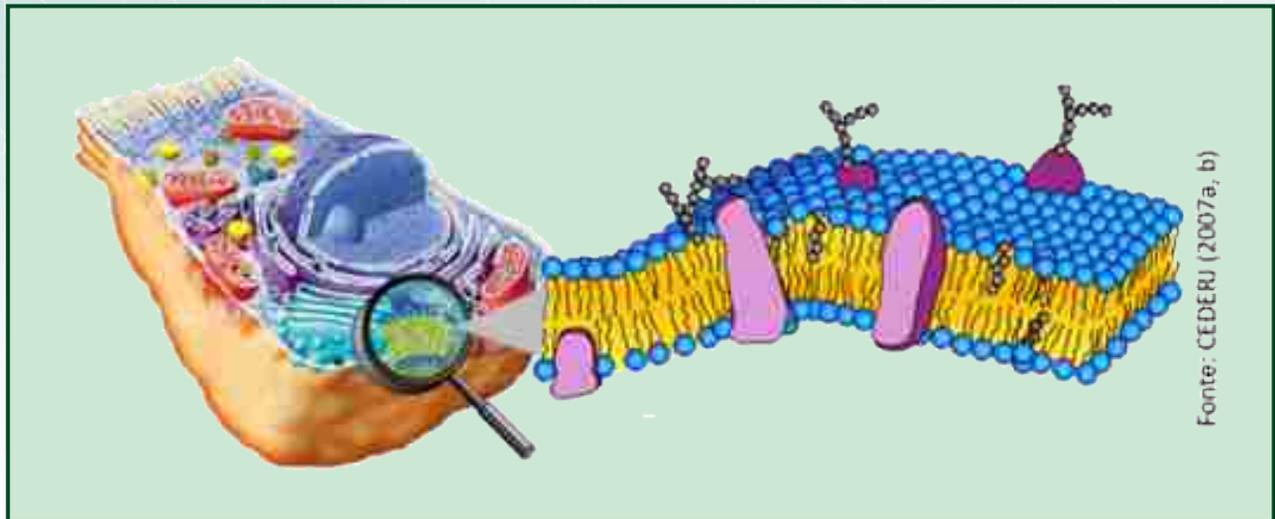
Após estas duas atividades práticas, experimento e observação microscópica, o professor pode iniciar a apresentação teórica sobre as estruturas constituintes da membrana plasmática.

¹⁴ Explique que por necessitar de óleo de imersão (normalmente indisponível no laboratório), a lente objetiva de cem vezes não será utilizada.

3.7 AULA TEÓRICA: CONSTITUINTES DA MEMBRANA PLASMÁTICA

Concluídas as aulas práticas, as aulas teóricas servem para explicar aquilo que foi visualizado. Para dar uma visão geral de todos os constituintes da membrana podem ser utilizados dois objetos de aprendizagem, o primeiro de uma célula animal¹⁵ que mostra

a ampliação da membrana e na sequência o outro sobre o modelo mosaico fluído¹⁶, assim facilita o estabelecimento de que a membrana plasmática é um envoltório celular.



Além disso, pode ser apresentado um MC sobre os constituintes da membrana plasmática, depois expor cada uma dessas

estruturas isoladamente para concluir de forma a estabelecer a relação entre elas e a funcionalidade na membrana.



¹⁵ Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/2565/metadados>

¹⁶ Objeto de aprendizagem disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/2569/metadados>

Para reforçar a assimilação do tópico, duas outras atividades podem ser propostas: um exercício realizado no computador por meio de objeto de aprendizagem “Nadando contra a corrente¹⁷” (HENRIQUES; MOTTA, 2007) e a construção de um modelo didático da membrana plasmática.

Este objeto de aprendizagem “Nadando contra a corrente” é sobre o transporte ativo realizado na célula, cuja atividade inicial propõe que os estudantes montem as estruturas da membrana plasmática antes das atividades específicas sobre transporte ativo.

?

Você já sabe como é a estrutura da membrana plasmática e seus componentes, então, clique, arraste e coloque os FOSFOLPÍDEOS na posição certa para começar a montar sua própria membrana! Se quiser consultar as descrições novamente, clique na “?”

Fonte: Herinques, Motta (2007)

Depois de apresentada cada estrutura constituinte da membrana plasmática, o professor pode solicitar ainda que os estudantes elaborem um MC a partir de um MC esqueleto.

FOSFOLIPÍDIOS

PROTEÍNAS

CARBOIDRATOS

COLESTEROL

GLICOLIPÍDIOS

GLICOPROTEÍNAS

INTEGRAIS

PERIFÉRICAS

BICAMADA

ANFIPÁTICAS

HIDROFÓBICA

HIDROFÍLICA

ÁGUA

RECONHECIMENTO CELULAR

PASSAGEM DE SUBSTÂNCIAS

MANTER A FORMA INTACTA

diminuir a permeabilidade da membrana

COMO ESTÁ CONSTITUÍDA A MEMBRANA PLASMÁTICA?

MEMBRANA PLASMÁTICA

 constituída de
 ↓ ↓ ↓ ↓
???? ???? ???? ????

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

¹⁷ Objeto de aprendizagem disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23433>

3.8 CONSTRUÇÃO DO MODELO DIDÁTICO DA MEMBRANA PLASMÁTICA

Como exercício de fixação, o professor pode montar um modelo didático da membrana plasmática coletivamente com os estudantes. Se preferir, divida a turma em quatro grupos, para fazer cada uma das estruturas da membrana plasmática (carboidratos, proteínas, fosfolipídios e

colesterol). Para isso será necessário os seguintes materiais: bolinha de isopor (15mm), grampo de cabelo, E.V.A (cores variadas), cola quente. E a partir do que já estudaram e com apoio do computador ou do livro didático, solicite que organizem os materiais para a montagem:

- A** para representar o fosfolipídio, fixe um grampo de cabelo em cada bolinha de isopor. Depois cole uma bolinha na outra até formar uma camada;
- B** para representar os glicídios, recorte o E.V.A em formato de hexágono, formando uma cadeia linear;
- C** para representar o colesterol, recorte o E.V.A de maneira a formar uma cadeia linear formada por três hexágonos e um pentágono. No final desta cadeia faça um ziguezague para representar as ligações entre os hidrocarbonetos que formam a cauda apolar;
- D** para representar as proteínas, use elástico de cabelo em formato helicoidal ou recorte o E.V.A de forma e tamanho que possa atravessar a espessura da membrana plasmática. Para saber esta medida, pegue um fosfolipídio já montado e meça o tamanho, mas não esqueça de dobrar essa medida porque a membrana é formada por uma bicamada de fosfolipídios.

Após finalizar esta atividade, resalte aos estudantes que o modelo formado não representa fielmente o modelo do mosaico fluido pois os fosfolipídios estão colados um nos outros, o que não ocorre na realidade, pois são flexíveis e realizam movimentos.

A realização de diversas atividades sobre o mesmo tópico tem o intuito de, após a repetição, os conceitos se automatizassem e formem esquemas na memória de longo prazo de forma a diminuir a carga cognitiva imposta pela alta interatividade dos elementos que constitui o tópico (SWELLER; AYRES; KALYUGA, 2011).



Fonte: Registro dos autores (2017)

3.9 AULA TEÓRICA: TIPOS DE TRANSPORTE CELULARES

Como os tipos de transporte já foram demonstrados através do experimento e da observação microscópica da célula vegetal, agora deve ser explicado como e o porquê ocorrem os diferentes tipos de transporte de substâncias na célula.

Para contextualizar, explique sobre as aplicações do tema no cotidiano do estudante como, por exemplo a abertura de um frasco de perfume em um ambiente fechado, cujo cheiro é percebido pela difusão dos gases de acordo com o gradiente de concentração. Outro exemplo são as trocas gasosas de oxigênio e gás carbônico entre o ambiente e os pulmões do nosso corpo.

Para compreender como ocorrem os diferentes tipos de transporte de

substâncias, o estudante precisa saber os conceitos de soluto e solvente. Para isso o professor pode fazer um experimento simples, como dissolver sal ou suco em pó (soluto) em água (solvente).

Para esclarecer mais explicitamente o que ocorre com a célula ao ser colocada em meio hipertônico, conforme visualizado durante a aula de microscopia, pode ser utilizado um objeto de aprendizagem¹⁸ interativo “Aprendendo por osmose” (BARATA et al., 2008), no qual os estudantes devem preparar soluções, aumentando ou diminuindo a quantidade de soluto de forma que uma das soluções fique hipotônica, isotônica ou hipertônica em relação.

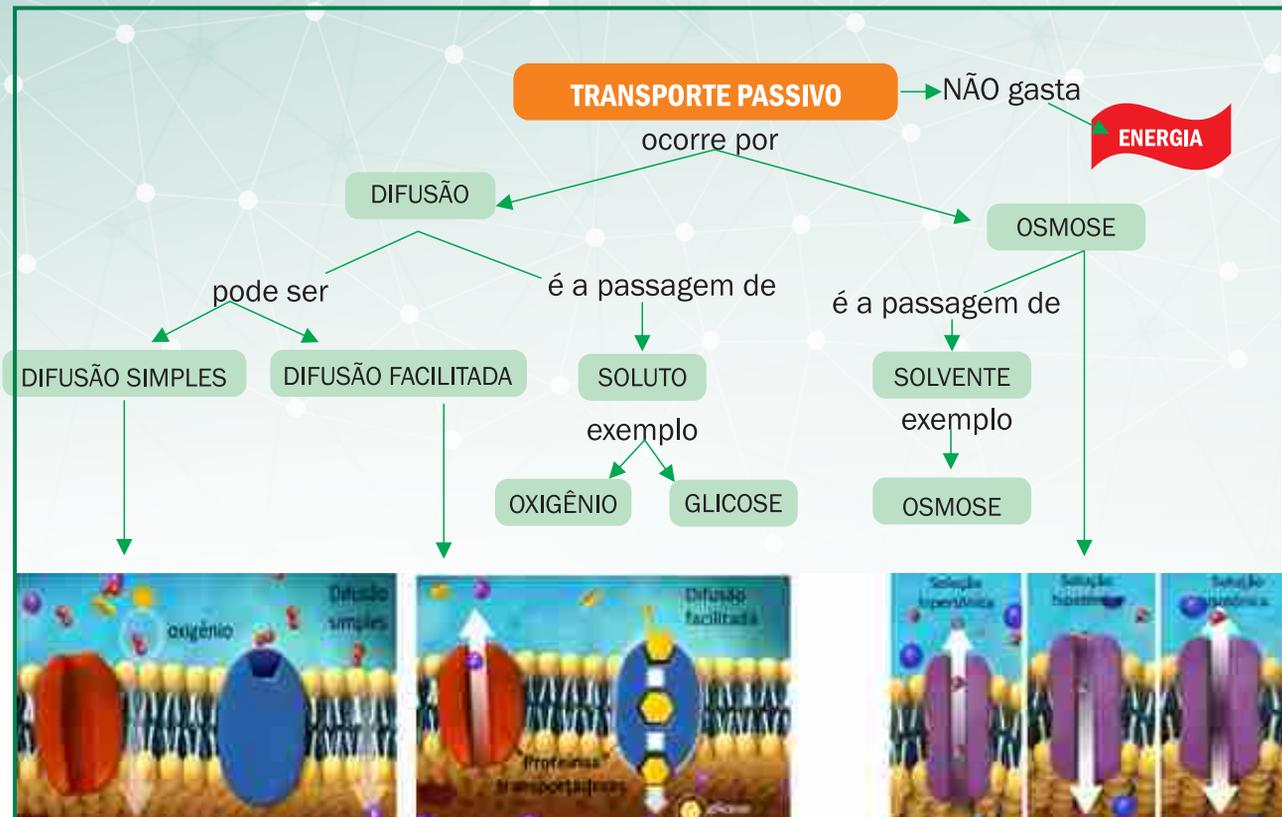


¹⁸ O Objeto de aprendizagem está disponível em: <https://goo.gl/WygFZ1>.

Depois que os estudantes já compreendem os conceitos de soluto, solvente e as diferenças entre as soluções, estes conceitos precisam ser relacionados explicitamente aos solutos e solventes envolvidos no transporte de substâncias na célula.

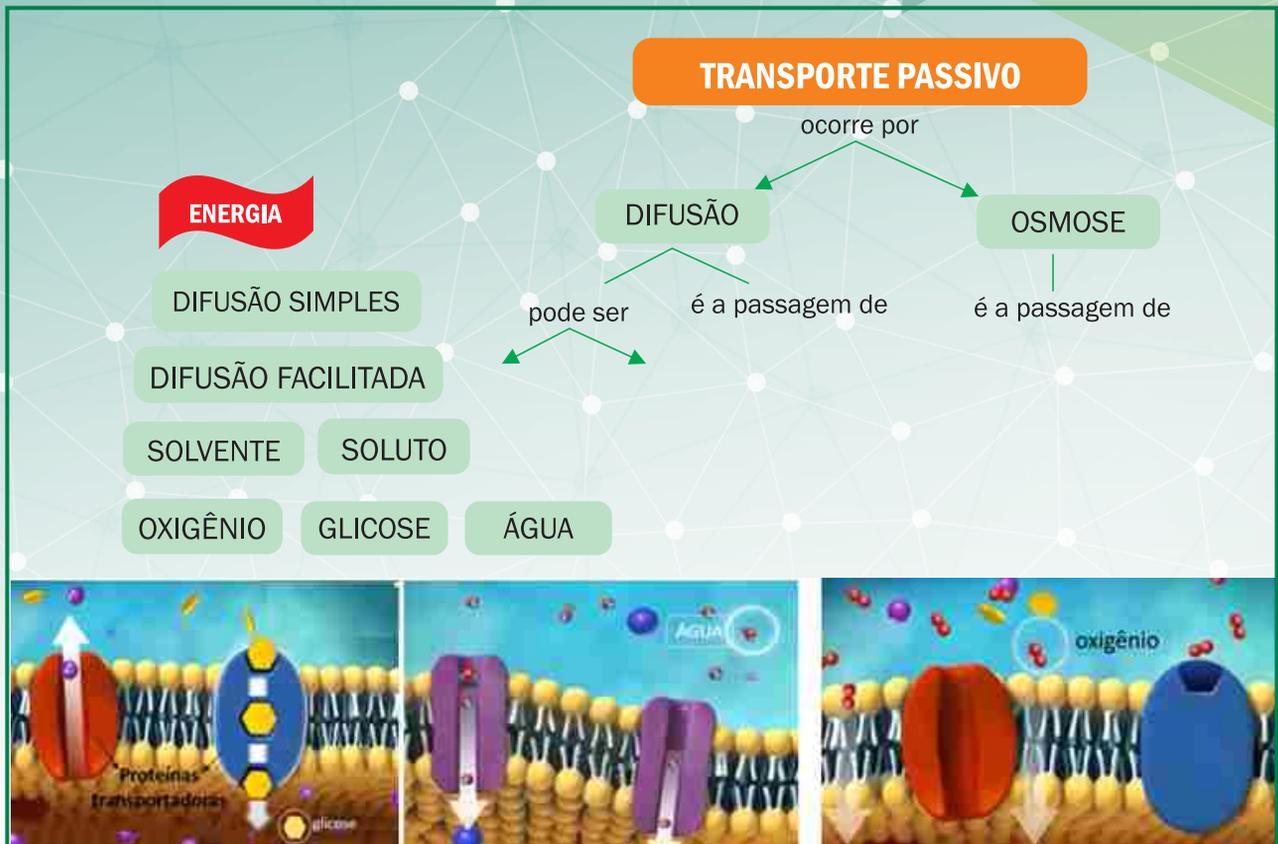
Este tópico pode ser iniciado apresentando uma animação¹⁹ pausadamente a fim de explicar cada etapa apresentada sobre o transporte passivo.

Posteriormente pode ser apresentado o MC (Figura abaixo) elaborado por meio das imagens retiradas da animação.

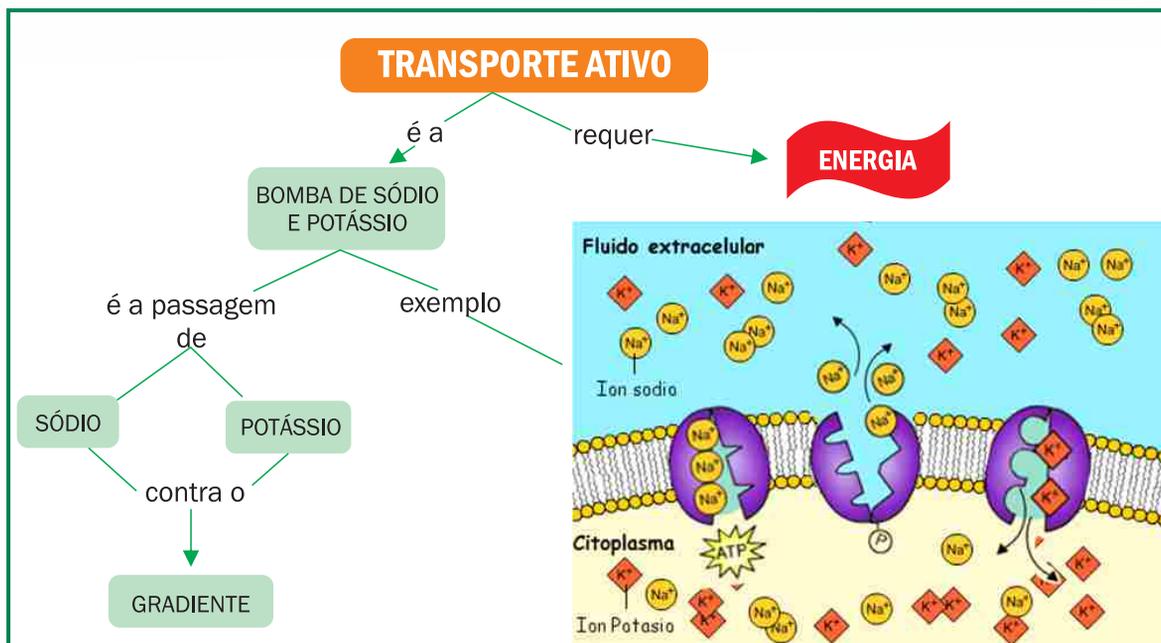


¹⁹ Animação disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VxgC8VFFwRM>.

Como atividade de fixação, pode ser proposto a elaboração de um MC a partir de um MC esqueleto.



Para apresentação do transporte ativo de substâncias, ou seja, aquele que ocorre com gasto energético podem ser apresentado por meio da exibição da mesma animação²⁰ que versa sobre o transporte passivo e o MC sobre transporte ativo.



²⁰ Animação disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VxgC8VFFwRM>.

Como avaliação final, o professor pode reutilizar os MCs esqueletos utilizados como exercício de fixação ou criar outros conforme o tópico avaliado. Dessa forma o conteúdo será avaliado continuamente conforme a apresentação de cada tópico. Mas para que os benefícios do uso de MC demonstre a organização dos conhecimentos adquiridos de forma hierárquica e reconciliadora entre os conceitos abordados é necessário que o professor dê retorno aos MCs elaborados pelos estudantes, mostrando-lhes as relações incorretas e solicitar a revisão sempre que necessário afim de desfazer os equívocos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossa prática profissional com estudantes surdos percebemos quanto são capazes de compreender qualquer tema até os mais abstratos. Mas para isso, professores precisam enxergá-los como capazes e sem indiferença na sala de aula. Além disso, é necessário modificar suas práticas pedagógicas para fornecer educação com equidade.

Para aqueles professores que desejam fazer a diferença, o uso de uma pedagogia visual com recursos diversificados

são válidos para favorecer o aprendizado, não apenas para estudantes surdos, mas em benefício coletivo. Além disso, um planejamento compartilhado entre professor e Tradutor Intérprete de Libras favorece uma mediação na tradução mais apropriada para transmitir as informações.

Esperamos que este guia contribua para minimizar as incertezas quanto as práticas docentes para a oferta de uma educação igualitária para todos.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. 3. ed., São Paulo: Moderna, 2009. 3 v.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BARATA, J. P. et al. Aprendendo por osmose. **Rede Internacional Virtual de Educação**. Brasília: MEC, 2008. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/atividades/biologia/osmose/>. Acesso em: jun. 2017.

BENCHIMOL, M. **Estrutura da membrana plasmática**. Fundação CECIERJ, 2010a. Disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5494/metadados>. Acesso em 20 fev. 2018.

BENCHIMOL, M. **A célula vegetal e seus elementos essenciais**: introdução. Fundação CECIERJ, 2010b. Disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5488/metadados>. Acesso em 20 fev. 2018.

BIZZO, N. **Ciências**: fácil ou difícil? 2. ed. São Paulo: Ática, 2009.

BRANDÃO, G. Receita de massinha de modelar caseira. **Pais e Filhos**: dicas. 2013. Disponível em: <http://dicaspaisefilhos.com.br/diversao/brincadeiras/receita-de-massinha-de-modelar-caseira/>. Acesso em 23 março 2018.

BRASIL. Decreto n. 5.626 de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, v. 142, n. 246, 23 dez. 2005. Seção 1, p. 28. Disponível em: <http://goo.gl/5rSJMA>. Acesso em: 25 maio 2016.

_____. **Censo Escolar da Educação Básica 2013**. Brasília: MEC/INEP, 2013.

BUREAU INTERNATIONAL FOR AUDIOPHONOLOGY. **Recommendation 02/1**: Audiometric Classification of Hearing Impairments. October 26th, 1996. Disponível em: <<https://goo.gl/sVljkS>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

CAMPELLO, A. R. S. **Aspectos da visualidade na educação de surdos**. 2008. 245f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CAMPOS, L. **Pensamento de Willian Stokoe**. Disponível em: <http://liliacamposmartins.blogspot.com.br/2012/02/sobre-as-linguas.html> . Acesso em: 20 fev. 2018.

CAÑAS, A. J. et al. Confiabilidad de uma taxonomia topológica para mapas conceptuales.. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Concept Maps**: Theory, methodology, technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping, San José: Universidad da Costa Rica, v. 1, p. 153-161, 2006.

CECERJ (Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro). **Organelas celulares**. 2011 Disponível em: <<https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/7514/metadados>>. Acesso em 20 fev. 2018.

CEDERJ (Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro). **Membrana plasmática**. 2007a. Disponível em: <<https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/2565/metadados>>. Acesso em 20 fev. 2018.

CEDERJ (Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro). **Mosaico fluído**. 2007b. Disponível em: <<https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/2569/metadados>>. Acesso em 20 fev. 2018.

CONRADTY, C.; BOGNER, F. X. Implementation of Concept Mapping to Novices: Reasons for Errors, a Matter of Technique or Content? **Educational Studies**, v. 36, n.1, p. 47-58, fev. 2010.

DERBENTSEVA, N.; KWANTES, P. Cmap readability: propositional parsimony, map layout and semantic clarity and flow. In: CORREIA, P. R. M.; MALCHIAS, M. E. I.; CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Concept Mapping to learn and innovate**: proceedings of the sixth international conference on concept mapping. Santos: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, v. 1, p. 86-93, 2014.

FIALHO, W. C. G. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Praxia**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 53-70, jan. 2013.

GOLDFELD, M. **A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista**. 6. ed. São Paulo: Plexus, 2002.

HENRIQUES, A. B.; MOTTA, C. L. R. Nadando contra a corrente. **Rede Internacional Virtual de Educação**. Rio de Janeiro: MEC, 2007. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23433>>. Acesso em: jun. 2017.

HILBERT, T. S.; RENKL, A. Concept mapping as a follow-up strategy to learning from texts: what characterizes good and poor mappers? **Instructional Science**, v. 36, n.1, p. 53-73, jan. 2008.

HODGES, L. V. S. D.; NOBRE, A. P. M. C. O uso de estratégias metacognitivas como suporte à compreensão textual. **Revista eletrônica de educação**. São Carlos, v. 6, n. 2, p. 476-490, nov. 2012.

KNOORS, H.; MARSCHARK, M. **Teaching Deaf Learners: psychological and developmental foundations**. New York: Oxford University Press, 2014.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. rev. e ampl. 2 reimpr. São Paulo: Edusp, 2008.

KROPF, M. S.; LÚCIO, K. **Prática 1: célula vegetal**. 2010. Disponível em: <<https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/5509/metadados>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

LACERDA, C. B. F.; SANTOS, L. F.; CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: LACERDA, C. B. F.; SANTOS, L. F. (Org.). **Tenho um aluno surdo, e agora?** Introdução à Libras e educação de surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 185-200.

LAPALU, Y. **Léo, o puto surdo**. Lisboa: Ed.Surd'Universo, 2006.

LEMOV, D. **Aula nota 10: 49 técnicas para ser um professor campeão de audiência**. 4. ed. São Paulo: Da Boa Prosa: Fundação Lemann, 2011.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MALAJOVICH, M. A. Célula: construção de um modelo em escala. **Biotecnologia: ensino e divulgação**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/62_Modelos_celulares_2.pdf>. Acesso em 23 março 2018.

MARSCHARK M.; HAUSER, P. C. Cognitive Underpinnings of Learning by Deaf and Hard-of-Hearing Students: Differences, Diversity, and Directions. In: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. H. (Eds.). **Deaf Cognition: foundations and outcomes**. New York: Oxford University Press, 2008.

MARSCHAR, M.; HAUSER, P. C. **How deaf children learn**: what parentes and teachers need to know. New York: Oxford University Press, 2012.

MARSCHARK, M.; KNOORS, H. Educating Deaf Children: Language, Cognition, and Learning. **Deafness & Education International**, v. 14, n. 3, p.136-160, Sep. 2012.

MARSCHAR, M. et al. Don't assume deaf students are visual learners. **Journal of Special Needs Education**. New York, v. 28, p. 1-19, jun. 2016.

MILLER, N. L.; CAÑAS, A. J. A semantic scoring rubric for concept map: design and reality. In: CAÑAS, A. J.; REISKA, P.; AHLBERG, M. K.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Concept Mapping**: connecting educators. Proceedings of the 3rd International Conference on Concept Mapping. Tallinn, v. 1, n. 1, p.60-67, 2008.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Qurrriculum**: Revista de teoría, investigación y práctica educativa, n. 25, p. 29-56, 2012.

_____. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MUSSI, V. Por que os dedos enrugam na água? **A geração ciências**. 15 de março de 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/D2Gx2y>>. Acesso em jun. 2017.

NOVAK, J. D. A science education research program that led to the development of the concept mapping tool and a new model for education. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (Eds.). **Concept Maps**: Teory, methodology, technology. Proceedings of the first international conference on concept mapping, Pamplona: Universidad Pública de Navarra, v. 1, p. 457-467, 2004.

NOVAK, J. D. **Learning, Creating, and Using Knowledge**: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. 2nd. ed. New York: Routledge. 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. Building on New Constructivist ideas and CMapTools to Create a New Model for Education. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLEZ, F. M. (Eds.). **Concept Maps**: Teory, methodology, technology. Proceedings of the first international conference on concept mapping, Pamplona: Universidad Pública de Navarra, v. 1, p. 469-476, 2004.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. **Information Visualization Journal**, v.5, n.5, p.175-184. 2006.

_____. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. **Technical Report IHMC CmapTools**. Rev., Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: < <https://goo.gl/eDGDZn>>. Acesso em 31 maio 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1999.

OLIVEIRA, E. M.; STOLLAR, H. L. F.; MORAES, K. C. M. Tornando o ensino de ciências (Biologia Celular) mais dinâmico e eficaz através de atividades práticas. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2009, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: UNIVAP, 2009. Disponível em: < <https://goo.gl/jeHDS0>>. Acesso em: 28 out. 2016.

PETROVICH, A. C. I. et al. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. **Revista da SBEnBio**, Niterói, n. 7, p. 363-373, out. 2014.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINTO-SILVA, F. E. **Estudo, capacitação e ensino de Ciências para jovens surdos**. 2013. 114 f. Tese (Doutorado em Educação, Difusão e Gestão em Biociências), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PLIESSNIG, A. F. Quem tem mais dá para quem tem menos! Difusão e osmose. **Portal do professor**. 2009. Disponível em: < <https://goo.gl/gLXhm4>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

ROSSI-RODRIGUES, B. C. et al. Osmose em célula vegetal observada ao microscópio óptico. In: **Biblioteca Digital de Ciências**. set. 2011. Disponível em: < <https://goo.gl/aMNE4s>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

SANCHES, C. Los sordos com restos auditivos. **El bilinguismo de los sordos**. Santafé de Bogotá: INSOR, v. 1, n. 2, p. 18-20, 1996.

SANTOS, C. Receita caseira de massa de biscuit. **Vila do Artesão**. 2012. Disponível em: <http://www.viladoartesaio.com.br/blog/receita-caseira-de-massa-para-fazer-biscuit/>. Acesso em: março 2018.

SEMINERIO, F. L. Metacognição: Um caminho para ultrapassar os limites da audição. **Espaço INES**, Rio de Janeiro, v. único, n. 14, p. 23-36, 2000.

SWELLER, J.; AYRES, P.; KALYUGA, S. **Cognitive load theory**. New York: Springer, 2011.

WELLINGTON, J. J.; OSBORNE, J. **Language and literacy in science education**. Philadelphia, Pa: Open University, 2001.

WITKOSKI, A. S. Surdez e preconceito: a norma da fala e o mito da leitura da palavra falada. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, v. 14, n. 42, p. 565-575, set./dez. 2009.

