

TRANSFERÊNCIA PLACENTÁRIA DE IMUNOGLOBULINAS: MODELOS TÁTEIS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA INCLUSIVA

Taís Vieira Paixão¹
Eduarda Santos Emerick Lima²
Paulo Roberto Soares Stephens³
Flávia Coelho Ribeiro Mendonça⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma estratégia didática inclusiva para facilitar o processo de ensino-aprendizagem sobre a transferência placentária de imunoglobulinas. A relevância do trabalho se deve, principalmente, à busca por uma educação inclusiva no ensino de imunologia. Essa disciplina é composta de mecanismos complexos e abstratos, por consequência, os estudantes de maneira geral, sejam eles videntes ou com deficiências visuais, demonstram certa dificuldade no seu completo entendimento. Por isso, esse trabalho propõe o uso de metodologias alternativas para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina, com o objetivo de promover incentivo e inclusão dentro da sala de aula, para que assim, ao menos parte dos direitos educacionais previstos por lei sejam assegurados. O estudo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica e o desenvolvimento da estratégia, constituída pela produção dos modelos relacionados ao processo de transferência de anticorpos pela placenta, feitos em massa de biscoito e materiais reciclados, e a construção de um manual de orientação da apresentação dos modelos. A metodologia proposta pelo trabalho contribui para otimizar o processo de aprendizagem da disciplina de imunologia de maneira inclusiva, e desse modo, alcançou os objetivos indicados pela pesquisa e evidenciou ser uma possibilidade viável para resolver parte da problemática apresentada, ainda que a validação do material seja parte da perspectiva de realizar um futuro trabalho de avaliação.

Palavras-chave: Modelos tridimensionais táteis, Educação inclusiva, Transferência placentária, Imunologia, Imunoglobulina G.

INTRODUÇÃO

A imunologia é a área da ciência que estuda as respostas imunes de um indivíduo de maneira geral e suas determinadas reações após o encontro do organismo com microrganismos ou outras macromoléculas desconhecidas (ABBAS et al, 2015). Enquanto disciplina, é cotidianamente apresentada de forma teórica com aulas expositivas e eventualmente, dentro das possibilidades, com atividades laboratoriais.

¹Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, paixaotais2018@gmail.com;

²Graduada pelo Curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - RJ, duda.emerick2014@gmail.com;

³Coorientador: Pesquisador do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos (LITEB)/IOC/FIOCRUZ- Doutor em Ciências (Neurociências) - UFF, stephens@ioc.fiocruz.br;

⁴Professora orientadora: Professora-Pesquisadora da EPSJV/ Fiocruz- Doutora pelo Instituto Nacional de Infectologia- INI/ Fiocruz, flavia.ribeiro@fiocruz.br.

Componente do sistema imunológico, o anticorpo possui um papel essencial na adaptação do neonato ao ambiente externo, uma vez que ele ainda possui um sistema de defesa imaturo, assim, promove através da imunidade passiva, sua proteção contra agentes infecciosos. Dentre as 5 classes descobertas, a imunoglobulina G ou IgG, é a única que participa da transferência placentária. Esse processo acontece por intermédio do receptor neonatal (FcRn) que se localiza no sinciciotrofoblasto na membrana placentária. A transmissão ativa e seletiva ocorre por meio da ligação do FcRn à região Fc da IgG (CASTANHA, 2016).

Devido a complexibilidade e abstração dos conteúdos de imunologia, os alunos videntes e os que possuem algum grau de deficiência visual apresentam dificuldades em compreender integralmente os assuntos abordados. Por essas questões, pela limitada disposição de recursos e pela metodologia empregada habitualmente, que muitas vezes desestimulam o aluno, os docentes acabam se deparando com desafios em otimizar o ensino (ANDRADE, 2011). Assim, é imprescindível adotar ferramentas didáticas que facilitem esse processo.

A eventual necessidade da utilização do microscópio para a ampliação e visualização de estruturas microscópicas, e as imagens como alternativas ao seu uso, são artifícios que contemplam apenas uma parcela dos estudantes. Para que os alunos com deficiências visuais alcancem tais informações, se torna imprescindível uma detalhada descrição e aplicação de recursos que reproduzam o que está sendo analisado (WALLACH et al, 2016). Por esse motivo, a realização de aulas com recursos didáticos, com capacidade de potencializar o ensino, se apresenta como uma possibilidade de solucionar a questão indicada.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de modelos táteis como um recurso pedagógico para o ensino de imunologia que se mostre como alternativa para responder uma fração da situação descrita. O emprego de modelos táteis proporciona a aplicação de conhecimentos prévios por parte dos alunos, para a edificação de noções novas e mais complexas (LINS et al, 2019).

Em um contexto legal, a educação inclusiva, que possibilita que estudantes com deficiências visuais tenham acesso ao aprendizado, é um direito previsto na constituição federal e a elaboração de produtos que promovam a inclusão e subtração de obstáculos também é assegurada por lei de acordo com o decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011.

A utilização de modelos táteis é uma alternativa viável, pois tal recurso se aproxima das estruturas biológicas reais, permitindo assim, uma maior fidelidade aos mecanismos. Além

disso, esse recurso proporciona aos estudantes a formação de imagens mentais mais aproximadas dos processos reais que, neste trabalho, acontecem no período gestacional.

Analisando este parâmetro, os modelos tridimensionais táteis facilitarão o entendimento tanto para os alunos videntes, a partir da visualização, quanto para os que possuem deficiência visual, pelo toque, pois permitiria a idealização do conteúdo de maneira mais realista e fiel.

O presente trabalho tem como objetivo geral: desenvolver uma estratégia didática para o ensino da transferência placentária de imunoglobulinas como otimizador da educação inclusiva no processo de ensino-aprendizagem de alunos videntes ou com deficiências visuais. Mais especificamente, tem o propósito de descrever a aplicação da imunologia como disciplina e a transferência transplacentária de anticorpos IgG, apresentar a legislação referente a educação inclusiva, sua importância e aplicação, desenvolver modelos táteis sobre os mecanismos e componentes que fazem parte da transferência placentária de imunoglobulinas como uma proposta de estratégia didática e elaborar um manual de orientação para a apresentação dos modelos táteis como parte da estratégia didática.

METODOLOGIA

O estudo foi fundamentado na abordagem qualitativa e utilizou como estratégia de pesquisa as seguintes etapas:

1- Pesquisa bibliográfica por meio da busca nas bases de dados PubMed, BDTD, Google Acadêmico e Arca Fiocruz, no período de 2010 a 2022. Empregando os seguintes descritores: modelos tridimensionais táteis, transferência placentária e educação inclusiva. A seleção foi feita através da leitura do título e resumo dos artigos;

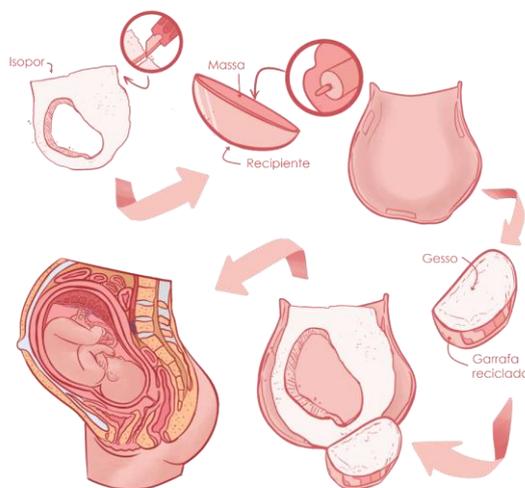
2- Desenvolvimento do plano estratégico, construção dos modelos tridimensionais táteis e do manual de orientação de apresentação dos modelos. Partindo de uma estratégia que proporcionará ao discente a formação de uma sequência de imagens mentais, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que servisse como referência para a produção do material. Além disso, outros exemplares já comercializados foram utilizados como inspiração.

Os modelos tridimensionais foram produzidos pela autora a partir de biscuit, massa acessível que possibilita uma modelagem descomplicada, e materiais reciclados como isopor,

papelão e garrafas, que desempenham um papel estrutural, além de gesso, para dar estabilidade e suporte nas peças mais pesadas. Foram ainda aproveitados fios, como alternativa para veias e artérias, bases de mdf, cola instantânea, tinta acrílica e verniz, para detalhes e proteção do material. Além disso, foram utilizados duas bonecas e dois garrotes que representam os fetos e seus respectivos cordões umbilicais.

Para a construção do modelo gestação, foi realizado um recorte em uma base feita de isopor seguindo a imagem de referência. Em seguida, para a representação da pele, um recipiente de tamanho correspondente a base foi coberto com a massa de biscuit cuidadosamente esticada e alisada. Após ser retirado do recipiente, o molde foi colado de maneira que mantivesse a posição e conservasse a forma adequada à base de isopor. O suporte da peça, equivalente a perna, foi produzido a partir de uma garrafa reciclada preenchida com gesso, para conferir peso e sustentação ao modelo. Posteriormente, a base de isopor, a “pele” e o suporte foram unidos com cola instantânea e recobertos com uma camada fina de massa de biscuit. Os demais detalhes, referentes ao útero, vagina, bexiga etc. foram gradualmente acrescentados com biscuit. Por fim, a peça foi colocada sobre uma base de mdf e envernizada, para que se conservasse por mais tempo.

FIGURA 1 – ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO MODELO GESTAÇÃO



Fonte: Ilustrado por Anthony Soares, 2022.

As duas bonecas, que representam os fetos, foram coladas em posição fetal e receberam os garrotes com os fios (simbolizam a veia e as artérias) na região que corresponderia ao cordão umbilical.

Para os modelos placenta, fatia da placenta, transferência de IgG e espaço intervilloso, uma imagem referência foi utilizada como molde para o corte do isopor, que posteriormente foi

coberto com biscoito e adicionados os demais detalhes também com a massa. Por fim, os modelos foram envernizados e colocados sobre uma base de mdf como apoio.

Os modelos foram produzidos e aprimorados em colaboração com as sugestões de toda equipe, incluindo a professora Eduarda Emerick, profissional com deficiência visual, graduada em ciências biológicas na PUC-Rio.

TABELA 1 - SUGESTÕES PARA ALTERAÇÕES DOS MODELOS FEITAS PELA EQUIPE

| Modelo | Alteração sugerida | Justificativa |
|---|--|--|
| Gestação - Feto | Colocar os vasos do cordão umbilical para além do comprimento do cordão. | Não era possível perceber a quantidade de vasos e identificar os mesmos. |
| Gestação - tronco | Preencher ao redor dos discos intervertebrais da coluna com mais massa. | Os discos intervertebrais foram confundidos com óvulos do ovário. |
| Placenta | Elevar os vasos da parte materna. | Difícil identificação dos vasos. |
| Espaço intervuloso | Texturizar os vasos. | Difícil identificação dos vasos. |
| Transferência fetal da IgG materna | Elevar os receptores das cavidades. | Difícil identificação e alcance dos receptores. |

Fonte: autoria própria, 2022.

A análise do material empírico buscou responder à seguinte questão: como elaborar uma estratégia didática para o ensino da transferência placentária de imunoglobulinas que contemplem a todos os discentes?

O trabalho é composto por 3 capítulos, sendo o primeiro referente à imunologia como disciplina e a transferência transplacentária de imunoglobulinas, o segundo, relativo à inclusão e legislação e o terceiro, relacionado à estratégia didática desenvolvida e ao manual de orientação da apresentação dos modelos.

IMUNOLOGIA E TRANSFERÊNCIA TRANSPLACENTÁRIA DE IMUNOGLOBULINAS

O termo imunologia pode ser definido como proteção ou resistência contra doenças, principalmente, doenças infecciosas. Essa área do conhecimento se expande em sistema imune ou imunológico e resposta imune ou imunológica. A indução da imunidade contra agentes infecciosos pode acontecer de duas formas: pela imunidade ativa ou através da imunidade passiva. Quando ocorre uma infecção ou vacinação, acontece a chamada imunidade ativa. Na

resposta ativa, o hospedeiro infectado com determinado patógeno desenvolve uma resistência a possíveis futuras infecções do mesmo agente. Quando ela é atribuída por meio da transferência de anticorpos ou linfócitos de um indivíduo já imune à infecção, é denominada imunidade passiva. A resistência, porém, não é tão prolongada e possui o período de durabilidade delimitado pelo tempo de vida dos componentes transferidos. Essa forma de imunização acontece, por exemplo, na transferência de anticorpos por meio do leite materno e da placenta, e somente por meio delas, os recém-nascidos ficam imunizados a infecções, uma vez que ainda possuem um sistema de defesa imaturo (ABBAS et al, 2014 e ABBAS et al, 2015). A imunologia se mostra então, como uma ciência pertinente e, portanto, indispensável para aqueles que estão em formação, seja no ensino básico ou no superior.

TRANSFERÊNCIA TRANSPLACENTÁRIA DE IMUNOGLOBULINAS G

A imunidade passiva apresenta grande relevância no processo de adaptação do recém-nascido ao ambiente extrauterino. Graças ao processo de transferência placentária de imunoglobulinas, o feto recebe a proteção e se torna menos suscetível a possíveis infecções (CHUCRI et al., 2010).

As imunoglobulinas maternas transferidas ao feto são glicoproteínas circulantes do sangue produzidas e secretadas por plasmócitos resultantes de linfócitos B ativados por uma resposta antigênica (CASTANHA, 2016). Das 5 classes, IgM, IgG, IgA, IgD e IgE, apenas a IgG realiza o processo de transferência transplacentária. Sua estrutura é formada por duas cadeias polipeptídicas leves e duas cadeias polipeptídicas pesadas idênticas sustentadas por pontes de dissulfeto, mantendo a molécula com formato de Y. Cada uma dessas cadeias possui uma região variável e uma constante. Ademais, dispõe de duas regiões distintas: fragmento Fab, área que se liga ao antígeno, e região Fc, parte que se relaciona com receptores e com algumas proteínas, tal como o FcRn (STACH, 2016).

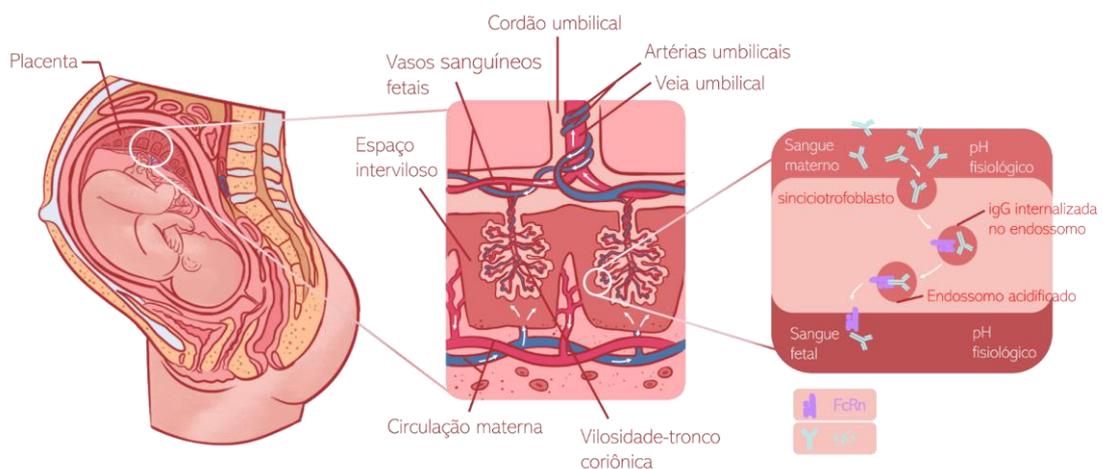
Para que a imunoglobulina G seja transportada para o feto, é necessário que ela atravesse as barreiras histológicas presentes na placenta. Previamente esse órgão é formado por sinciotrofoblasto, citotrofoblasto, lâmina trofoblástica basal, tecido conjuntivo e endotélio capilar fetal, porém no segundo trimestre da gestação, o citotrofoblasto fica mais rarefeito e proporciona o acesso do sinciotrofoblasto com o endotélio capilar fetal. Dessa forma, somente através do cruzamento da membrana sinciciocapilar, composta de sinciotrofoblasto e células endoteliais dos capilares fetal, a IgG consegue alcançar a circulação fetal. A transferência se

inicia na 13ª semana gestacional e se intensifica gradativamente até se acentuar, principalmente no último mês da gestação (STACH, 2016; CASTANHA, 2016).

Todo esse processo de transferência é ativo e seletivo e só se torna possível graças ao receptor Fc neonatal (FcRn) que se liga à região Fc da IgG no sinciciotrofoblasto. No domínio Fc da IgG acontece a interação do FcRn por meio da formação de pontes de sal entre as histidinas na região Fc da IgG e o ácido glutâmico do FcRn, originando uma dependência de um pH específico. Em pH ácido, o receptor neonatal possui alta afinidade a IgG, porém, em pH fisiológico, a afinidade é pouca (ELLINGER e FICHS, 2012; STACH, 2016; CASTANHA, 2016).

A transferência placentária de IgG acontece, a princípio, por meio da face materna do sinciciotrofoblasto. O processo ocorre quando o sinciciotrofoblasto recebe o sangue materno e internaliza o soro contendo alta concentração de IgG nos seus endossomos através da endocitose, mais especificamente, mediante a pinocitose. No interior dos endossomos, o pH acidificado proporciona a ligação da IgG ao FcRn existente dentro do compartimento e em razão do pH ácido, as moléculas de IgG são protegidas da ação de enzimas lisossomais. Por fim, os endossomos se fundem com a face fetal do sinciciotrofoblasto e o pH fisiológico presente libera a IgG vinculada ao receptor. Assim a IgG alcança o endotélio fetal e finalmente chega à circulação fetal (PALMEIRA et al, 2012; CASTANHA, 2016; STACH, 2016).

FIGURA 2 - TRANSFERÊNCIA PLACENTÁRIA DE IGG: LOCALIZAÇÃO E PROCESSO



Fonte: Ilustrado por Anthony Soares, 2022.

Diferentes subclasses de IgG exprimem diferenciadas regiões Fc, dessa forma, apresentam distintas afinidades pelo receptor, logo, o processo de transferência dependerá da respectiva subclasse (produzida de acordo com o estímulo antigênico). Em ordem de afinidade pelo FcRn temos: IgG1, IgG4, IgG3 e IgG2 (STACH, 2016). Outros fatores como parto



premature, comorbidades materna, condição da placenta e algumas patologias como malária e HIV, podem ser questões consideráveis para o processo (STACH, 2016; CASTANHA, 2016).

O processo de transferência através da placenta não é restrito apenas para a IgG. Nutrientes, proteínas, oxigênio, outras substâncias e até mesmo alguns medicamentos chegam ao feto por meio desse órgão. Em contrapartida, dióxido de carbono, produtos residuais do metabolismo fetal e outras substâncias também chegam à circulação materna (CHUCRI et al., 2010).

BREVE APRESENTAÇÃO DA LEGISLAÇÃO REFERENTE À EDUCAÇÃO INCLUSIVA, SUA IMPORTÂNCIA E APLICAÇÃO

Segundo *a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*, documento publicado pelo Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial em 2008: “O movimento mundial pela inclusão é uma ação política, cultural, social e pedagógica, desencadeada em defesa do direito de todos os alunos de estarem juntos, aprendendo e participando, sem nenhum tipo de discriminação” (BRASIL, 2008, p. 5).

Existe, porém, uma ampla diferença entre inclusão ou integração escolar. A inclusão escolar precisa ser constituída por todos que a integram, sobretudo a instituição de ensino, seja ela uma escola ou faculdade, deve se programar para responder todas as singularidades de seus discentes, independentemente da deficiência, promovendo uma estratégia político-pedagógica, infraestrutura ou qualquer outra modificação que proporcione uma escola integralmente acessível. Seu objetivo indica o oposto da integração escolar, onde a instituição de ensino não se adequa e atende as especificidades dos estudantes, mas estes que se adaptam com tal integração (CALIXTO, 2016).

Um direito legalmente garantido pela constituição ou pelo decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011, a educação inclusiva também está estabelecida no decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020, que institui a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida e na lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Apesar de ser um direito assegurado por lei, a educação inclusiva ainda precisa ser melhor aplicada e desenvolvida, para que finalmente possa atender as pessoas com deficiência e transformar a escola em um espaço mais acessível e inclusivo (CALIXTO, 2016).

MODELOS TÁTEIS COMO UMA PROPOSTA DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA

FIGURA 3 - MANUAL DE ORIENTAÇÃO DA APRESENTAÇÃO DOS MODELOS



Orientação para apresentação dos modelos

Modelo gestação

O modelo gestação foi confeccionado com o intuito de demonstrar a localização e posição da placenta e do feto durante grande parte do processo de transferência. Contudo, a representação de outras estruturas, que não fazem parte precisamente deste processo, possibilita a demonstração dos demais componentes do corpo.

O posicionamento da placenta é primordial para a eficiência do processo. No modelo, é possível diferenciar a parte materna da parte fetal através de sua posição, além de demonstrar como acontece sua ligação com o feto.

Direcionamento: o mediador deve indicar a localização da parte materna e fetal da placenta e demonstrar como ocorre a ligação com o feto. Ademais, deve exibir as artérias e a veia umbilical.

Direcionamento tátil: o mediador deve conduzir a mão do discente até a face fetal da placenta para que, mediante o tempo pessoal, ele possa perceber a localização, textura, o relevo e a estrutura dessa face do órgão. Em seguida, é essencial que auxilie o discente a interligar o cordão umbilical do feto na placenta. Nesse momento, cabe demonstrar também a posição do feto no útero e a presença de duas artérias e uma veia em seu cordão umbilical.



Modelo placenta

O modelo placenta reproduz a estrutura do órgão de maneira que permite o reconhecimento da face fetal e materna, além de demonstrar como acontece a disposição dos vasos sanguíneos em ambas as partes.

Direcionamento: o mediador deve indicar a localização da parte materna e fetal da placenta e demonstrar o local onde ocorre a ligação com o cordão umbilical do feto.

Direcionamento tátil: o mediador deve conduzir a mão do discente até a face fetal da placenta para que, mediante o tempo pessoal, ele possa perceber o local onde ocorre a ligação com o cordão umbilical, a textura, o relevo e a estrutura dos vasos fetais presentes nessa face do órgão. Posteriormente, o mesmo procedimento poderá ser seguido na face materna da placenta, com intenção de diferenciar a posição dos vasos.

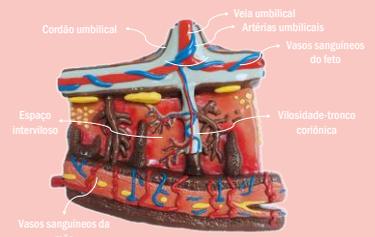


Modelo fatia da placenta

O modelo fatia da placenta representa uma fração do órgão e retrata o local onde acontece a transferência de IgG. Ademais, reproduz a disposição dos vasos fetais e maternos, do cordão umbilical, das vilosidades coriônicas e do espaço interviloso.

Direcionamento: o mediador deve indicar a localização dos vasos maternos e fetais da placenta, a indicação do cordão umbilical, suas artérias e veia, o espaço interviloso e a vilosidade coriônica, uma vez que é nesse último que está presente o sincitiotrofoblasto, que recebe o sangue materno e internaliza o soro contendo alta concentração de IgG nos seus endossomos.

Direcionamento tátil: o mediador deve conduzir a mão do discente até os vasos fetais do cordão umbilical (demonstrando a presença de duas artérias e uma veia), aos vasos maternos (que banham o espaço interviloso de sangue), ao espaço interviloso e as vilosidades coriônicas. É necessário fornecer o tempo pessoal suficiente para a percepção da textura, do relevo e do arranjo dos vasos e demais estruturas presentes no modelo, para que assim, seja possível diferenciar a posição de cada uma delas.



Modelo espaço interviloso

O modelo espaço interviloso é uma ampliação de parte do modelo anterior e possibilita a compreensão do processo que acontece nessa parcela específica.

Direcionamento: o mediador deve indicar a localização do espaço interviloso (extensão da caixa), da artéria materna (responsável por banhar o espaço interviloso de sangue arterial contendo soro com alta concentração de IgG), da veia materna (encarregada de retirar o CO₂), da hemácia (carregam o oxigênio que posteriormente se desassocia e cai no plasma sanguíneo, até que, por difusão, atravessa a vilosidade coriônica e alcança a circulação do embrião por meio da veia fetal), dos septos placentários, da vilosidade coriônica, suas ramificações de veia e artérias e o sincitiotrofoblasto (camada que recebe o sangue materno e internaliza o soro contendo alta concentração de IgG nos seus endossomos).

Direcionamento tátil: o mediador deve conduzir a mão do discente até as ramificações dos vasos fetais na vilosidade coriônica, demonstrando também o sincitiotrofoblasto, aos vasos maternos (que banham o espaço interviloso de sangue), ao espaço interviloso (extensão da caixa), a hemácia (que faz o transporte de oxigênio) e aos septos placentários. É necessário fornecer o tempo pessoal suficiente para a percepção da textura, do relevo e do arranjo das estruturas presentes no modelo, para que assim, seja possível diferenciar a posição de cada uma delas e suas funções.

Direcionamento tátil: o mediador deve indicar a localização e conduzir a mão do discente até o sincitiotrofoblasto (camada que recebe o sangue materno e internaliza o soro contendo alta concentração de IgG nos seus endossomos), as células citotrofoblásticas persistentes da rarefação do citotrofoblasto, os capilares fetais (que se diferenciam pela ramificação das artérias e veias fetais e distinguem em presença de sangue rico e pobre em oxigênio), mencionando também a presença do endotélio. Essencialmente, deve oferecer tempo pessoal suficiente para a percepção da textura, do relevo e do arranjo das estruturas presentes no anexo, para que seja possível diferenciar a posição de cada uma delas e suas funções.



Modelo transferência de IgG

O modelo transferência de IgG retrata mais precisamente o processo de transferência de imunoglobulinas G da mãe para o feto, seus componentes e mecanismos.

Direcionamento tátil: o mediador deve indicar a localização e conduzir a mão do discente até o sincitiotrofoblasto (camada que recebe o sangue materno e internaliza o soro contendo alta concentração de IgG nos seus endossomos e onde acontece o processo de transferência), o FcRn (receptor que se liga à porção Fc da IgG e se encontra exposto nessa camada), a imunoglobulina G materna (presente no sangue materno banhado no espaço interviloso), a cavidade com a IgG internalizada no endossomo, a cavidade com o endossomo acidificado (o pH acidificado proporciona a ligação da IgG ao FcRn existente dentro do compartimento) e a IgG materna liberada da circulação fetal (os endossomos se fundem com a face fetal do sincitiotrofoblasto e o pH fisiológico presente libera a IgG vinculada ao receptor. Posteriormente, a IgG alcança o endotélio fetal e finalmente chega à circulação fetal). Nesta ocasião, o mediador deve oferecer tempo pessoal suficiente para a percepção do relevo e do arranjo das estruturas presentes no modelo, para que assim, seja possível diferenciar a posição de cada uma delas e suas funções no processo.



Direcionamento tátil: o mediador deve demonstrar como ocorre a ligação da IgG ao FcRn apresentada no modelo anterior e auxiliar o discente a vincular as duas estruturas.

A proposta de estratégia didática apresentada neste trabalho foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma qualidade de ensino de imunologia apropriada para diferentes circunstâncias, sendo capaz de alcançar alunos videntes ou com deficiências visuais.

A estratégia elaborada leva em consideração a relevância da construção de uma sequência que parte do geral para o específico, que demonstra a localização mais próxima de onde os processos reais ocorrem. Deste modo, permite que o discente que não tenha conhecimento da exata localização da placenta, por exemplo, seja apto a identificá-la e consequentemente situar-se no contexto do conteúdo. Ademais, proporciona a formação de imagens mentais na sequência dos acontecimentos, facilitando, também, a associação com outros assuntos e possibilita o contato com estruturas biológicas semelhantes às reais, garantindo assim, uma maior fidelidade aos mecanismos.

O método é constituído pelos modelos táteis e por um manual de orientação para instruir o docente/mediador acerca de como apresentar e explicar os modelos. Para o tema deste trabalho, foram produzidos 5 modelos (modelo gestação com dois fetos, modelo placenta, modelo fatia da placenta, modelo espaço intervilosos e modelo transferência de IgG), 2 anexos (anexo membrana fetal e anexo IgG com receptor) e um manual de orientação.

PERSPECTIVA

Os modelos desenvolvidos neste trabalho farão parte de um futuro projeto que será submetido ao comitê de ética com o objetivo de serem testados e avaliados em seu desempenho efetivo. Nele, os modelos táteis e o manual de orientação dos modelos, serão avaliados e validados em turmas de alunos com deficiência visual ou com discentes videntes. Deste modo, buscará responder a seguinte questão: a utilização de modelos táteis para o ensino da transferência placentária de imunoglobulinas facilitará o ensino de alunos videntes ou com deficiências visuais?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou apresentar a imunologia enquanto disciplina e a transferência transplacentária de anticorpos IgG como temáticas para o desenvolvimento de uma estratégia didática utilizando materiais pedagógicos que fossem capazes de facilitar o processo de ensino-aprendizagem de alunos videntes ou com deficiências visuais.



Durante a construção do projeto, foram encontrados alguns contratemplos que mesmo se apresentando como obstáculos, não impediram a continuidade do estudo. O próprio custo dos materiais como a massa de biscuit, foi amenizado com o uso de recursos recicláveis, que além de serem uma opção mais acessível, também favorecem a redução da quantidade de lixo gerada.

Os modelos produzidos em conjunto com o manual de orientação, atingiram os objetivos propostos pelo estudo e demonstram ser uma alternativa viável para resolver parte da problemática apresentada, visto que a estratégia elaborada propõe uma sequência gradual do processo de transferência de modo progressivo, detalhado, mais descomplicado possível, próximo das estruturas biológicas reais (proporcionando maior fidelidade aos mecanismos), e provedor de formação de imagens mentais mais aproximadas dos processos reais.

Embora a avaliação e validação dos modelos táteis e do manual de orientação ainda fazer parte de uma perspectiva futura, a produção, adaptação e conclusão da estratégia foi acompanhada pela equipe de orientadores que inclui a professora Eduarda Emerick, profissional com deficiência visual, graduada em ciências biológicas na PUC-Rio.

O uso de metodologias como a que foi proposta pelo trabalho contribui para otimizar o processo de aprendizagem da disciplina de imunologia, além de promover incentivo e inclusão dentro da sala de aula, assegurando parte dos direitos educacionais previstos por lei.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. Imunologia Básica: Funções e Distúrbios do Sistema Imunológico. 4. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2014.

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. Imunologia Celular e Molecular. 8. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2015.

ANDRADE, V. A. IMUNOSTASE – Uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - INSTITUTO OSWALDO CRUZ, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/6958>. Acesso em: 02 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial (SEESP). Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2022.



CALIXTO, R. M. Modelos táteis sobre o sistema reprodutor feminino: um estudo exploratório com uma estudante cega. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2016. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFES_797199f5c19f6a57ce7130ba7d0eddb6. Acesso em: 02 jan. 2022.

CASTANHA, P. M. S. Transferência placentária e cinética de anticorpos antidengue materno transferidos em uma coorte de crianças no primeiro ano de vida. 2016. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2016. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15945>. Acesso em: 01 jan. 2022.

CHUCRI, T. M. et al. A review of immune transfer by the placenta. *Journal of Reproductive Immunology*, São Paulo, v. 87, p. 14-20, 2010. DOI: 10.1016/j.jri.2010.08.062. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20956021/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ELLINGER, I.; FUCHS, R. hFcRn-mediated transplacental immunoglobulin G transport: Protection of and threat to the human fetus and newborn. *Wien Med Wochenschr*, Austria, v. 162,9-10, p. 207-213, 2012. DOI: 10.1007/s10354-012-0085-0. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22717875/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LINS, L. R. R. T. et al. Tecnologia educacional lúdica para o conteúdo de imunologia no ensino médio. *Anais VI CONEDU*, Campina Grande, p. 1-4, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/62683>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PALMEIRA, P. et al. IgG placentar transfer in healthy and pathological pregnancies. *Journal of Immunology Research*, v. 2012, p.1-13, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/985646>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22235228/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

STACH, S. C. L. Transferência transplacentária de anticorpos em gestações gemelares. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5139/tde-20062016-101730/pt-br.php>. Acesso em: 01 jan. 2022.

WALLACH, R. M. et al. Utilização de modelos táteis no ensino de citologia com estudantes do instituto dos cegos adalgisa cunha – pb. *Anais II CINTEDI*, Campina Grande, p. 1-6, 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/23328>. Acesso em: 16 jun. 2021.