

## EDUCAÇÃO SOBRE DIABETES POR MEIO DE ANALOGIAS E MODELOS DIDÁTICOS PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Ludimila Canuto Faccioni<sup>1</sup>  
Raquel Dos Santos Silva  
Taís Rosa Calisto

### RESUMO

O presente trabalho trata de um relato de experiência vivenciado por acadêmicas do curso de Medicina da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), enquanto integrantes do Projeto de Extensão “A Célula e a Origem da Doença: Um tema médico desafiador para o Ensino Médio”, realizado em 2016. As estações de ensino de responsabilidade das acadêmicas tiveram como objetivo apresentar analogias e modelos didáticos bi e tridimensionais como estratégias pedagógicas para a construção de saberes sobre os mecanismos celulares promotores da diabetes mellitus para alunos do ensino médio. Nesse contexto, foram abordados principalmente assuntos como: a digestão e a absorção de carboidratos, a produção e ação da insulina, a função de receptores e transportadores celulares como SGLT1 e GLUT 4. Percebeu-se que as ferramentas utilizadas são instrumentos que despertaram o interesse do estudante ao conteúdo, sugerindo que as formas de ensinar empregadas nesse projeto estimulou o aprendizado sobre os aspectos celulares da diabetes mellitus. Quanto às acadêmicas, a percepção foi de que o projeto possibilitou que desenvolvessem responsabilidades, iniciativas e sensibilidade no ato de ensinar e provocar o aprendizado de forma clara e compreensível, aspectos fundamentais para uma atuação médica preventiva e humanizada.

**Palavras-chave:** Analogias. Diabetes Mellitus. Ensino Médio. Fibra Muscular. Modelos didáticos bi e tridimensionais.

### EDUCATION ABOUT DIABETES BY ANALOGIES AND DIDACTIC MODELS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

### ABSTRACT

This work is an experience report on the 2016 Extension Project “The Cell and the Origin of Disease: A Challenging Medical Theme for High School Students” and the experiences of medical students from the State University of Mato Grosso do Sul (UFMS). The medical students were responsible for education stations that presented analogies as well as two- and three-dimensional didactic models to teach high school students about the cellular mechanisms that promote diabetes. Medical students reviewed subjects such as digestion and absorption of carbohydrates, production and action of insulin, and the function of cellular receptors and transporters such as SGLT1 and GLUT4. It was verified that the education

<sup>1</sup> Instituto de Biociência da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Contato: ludimila.faccioni@ufms.br

tools used were interesting to the high school students and engaged them in the content. These findings suggest that the teaching methods employed in this project stimulated learning about the cellular aspects of diabetes mellitus. Medical students acknowledged that the project allowed them to develop responsibilities, initiatives, and sensitivity in the act of teaching and provoking learning in a clear and comprehensible manner—fundamental skills for a preventive and humanized medical approach.

**Keywords:** Analogies. Diabetes Mellitus. High School. Muscle Fiber. Two and three-dimensional didactic models.

## EDUCACIÓN SOBRE DIABETES POR ANALOGÍAS Y MODELOS DIDÁCTICOS PARA LOS ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

### RESUMEN

El presente trabajo describe las experiencias vividas por estudiantes de Medicina de la Universidad Federal do Mato Grosso do Sul durante el desarrollo de un proyecto de extensión, realizado en el año 2016 y que tiene por título: “La Célula y el Origen de la Enfermedad”: Una cuestión médica desafiadora para la educación secundaria. Los estudiantes tenían bajo su responsabilidad locales de aprendizaje con el objetivo de presentar analogías y modelos didácticos bi y tridimensionales como estrategias pedagógicas para la construcción de conocimiento sobre los mecanismos celulares promotores de la diabetes mellitus para los alumnos de educación secundaria. En este contexto, los principales temas abordados fueron: digestión y absorción de carbohidratos, producción y acción de la insulina, función de receptores y transportadores celulares como SGLT1 y GLUT4. Fue observado que las herramientas metodológicas empleadas durante la ejecución de este proyecto sirvieron como instrumentos que estimularon el interés de los estudiantes al contenido tratado, sugiriendo que las formas de enseñanza utilizadas aquí alientan el aprendizaje sobre aspectos celulares de la diabetes mellitus. En relación con los estudiantes de Medicina, este proyecto les permitió adquirir una mayor responsabilidad, aumentar sus iniciativas y su sensibilidad en el momento de enseñar, además de estimular el aprendizaje de forma clara y comprensible, aspectos fundamentales para una actuación médica preventiva y humanizada.

**Palabras-clave:** Analogías. Diabetes Mellitus. Educación secundaria. Fibra Muscular. Modelos didácticos bi y tridimensionales.

### INTRODUÇÃO

O Projeto de Extensão “A Célula e a Origem da Doença: Um tema médico desafiador para o Ensino Médio” foi criado no final de 2015, aprovado pelo Edital PAEXT/2016, recomendado pela coordenadoria de Extensão/PREAE e financiado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) de Campo Grande. O projeto foi voltado para os alunos do Ensino Médio de escola pública e visou a simplificar conteúdos científicos complexos relacionados aos aspectos celulares das Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT).

No ano de 2016, uma das doenças foco do projeto foi a diabetes, uma vez que a incidência entre jovens tem aumentado devido o sedentarismo, maior disponibilidade de alimentos com alto teor energético e de gorduras saturadas ([KAHN et al., 2009](#)). Devido à relevância dessa doença, essa se tornou alvo dentro de um plano do governo ([BRASIL, 2011](#)) e da Organização Pan-Americana ([GOULART, 2011](#)) sobre a contenção das DCNT.

Estima-se que, aproximadamente, 50% dos indivíduos portadores da Diabetes Mellitus (DM) desconhecem ter a doença ([BRASIL, 2013](#)). Dados de 2015 demonstraram que no Brasil a prevalência dessa doença foi de 7,6%, sendo o Estado de Mato Grosso do Sul o estado com maior incidência ([ISER et al., 2015](#)). Campo Grande é uma das quatro capitais brasileiras com maior número de diabéticos diagnosticados ([ISER et al., 2015](#)) e onde foi realizada a ação de extensão do presente trabalho. Segundo a pesquisa nacional de saúde realizada pelo Ministério da Saúde, em parceria com o IBGE, os percentuais de prevalência da doença por faixa etária são: 0,6% entre 18 a 29 anos, 5% de 30 a 59 anos, 14,5% entre 60 e 64 anos e 19,9% entre 65 e 74 anos ([ISER et al., 2015](#)).

Embora nesse trabalho a DM I tenha sido abordada, foi dada preferência à DM tipo II, haja visto que se relaciona aos hábitos de vida da população e é mais prevalente, atingindo cerca de 90 a 95% dos diabéticos ([GOLDMAN; SCHAFFER, 2014](#)). Além disso, os fatores pessoais que favorecem o aparecimento da DM tipo II são bem documentados, como a idade, a atividade física reduzida, as grandes relações cintura/quadril e o histórico familiar ([GOLDMAN; SCHAFFER, 2014](#)). Por isso a importância de trazer o conhecimento sobre a gênese dessa doença para o ensino médio e incentivar os jovens à prevenção da doença.

A prevenção está nos hábitos diários de alimentação e atividade física. Para um jovem mudar seus hábitos precisa conhecer sobre a doença e reconhecer a necessidade de mudança no estilo de vida. Estudo com intervenção nos hábitos alimentares e exercícios em 1079 participantes mostrou redução de 58% da incidência da diabetes nesse grupo ([DPP, 2002](#)).

O foco das estações de ensino foram a criação de analogias e modelos didáticos tridimensionais para simplificar conteúdos complexos relacionados ao funcionamento e às alterações dos processos celulares que ocorrem na diabetes, com o intuito de incentivar a apropriação do conhecimento científico, de forma descontraída, pelos alunos do ensino médio.

A utilização de analogias no processo de ensino e aprendizagem pode motivar e auxiliar a imaginação do assunto trabalhado, cujos conteúdos científicos geralmente são abstratos ([RAVILOLO; GARRITZ, 2008](#)); e a utilização de modelos didáticos é eficiente na apropriação do conhecimento, uma vez que facilita a assimilação de mecanismos porque envolvem a memória visual e a materialização das estruturas pelo indivíduo que recebe a informação ([ORLANDO et al., 2009](#); [AMORIM, 2013](#)).

Analogias e modelos didáticos tridimensionais são as estratégias de ensino apresentadas no presente trabalho, a fim de desmistificar o conhecimento científico complexo sobre os mecanismos celulares promotores da DM tipo I e II.

## **OBJETIVO**

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver analogias e modelos didáticos bi e tridimensionais, idealizados por graduandos do curso de medicina, como estratégias

pedagógicas para a construção de saberes sobre os mecanismos celulares promotores da DM tendo como público alvo os alunos do ensino médio.

## RELATO DE EXPERIÊNCIA

### *Caracterização do projeto*

Para melhorar o ensino e a compreensão sobre os mecanismos celulares promotores da DM, o presente trabalho propôs uma sequência didática, utilizando-se de analogias e modelos bi e tridimensionais como estratégia pedagógica para a construção de saberes, tendo como público-alvo estudantes do 1º ano do ensino médio.

Conhecer a gênese celular da diabetes exige conhecimentos que, na maioria das vezes, somente são acessados pelo aluno no ensino superior. Trabalhar novos conceitos sobre a doença, ainda no ensino médio, poderia estimular o jovem a compreender os processos que ocorrem dentro do nosso corpo e que levam aos sintomas, os quais são, com o tratamento e a nutrição, os mais abordados quando se fala em diabetes para os jovens. Acreditamos que a prevenção exige conhecimento e este requer estratégias de ensino e de aprendizagem elaboradas para garantir a atenção, e o interesse do aluno.

As atividades desenvolvidas, por duas graduandas do segundo ano do curso de Medicina, foram apresentadas a 160 alunos da Escola Estadual Dona Consuelo Muller de Campo Grande – MS, em novembro de 2016.

### *Etapas da execução*

Para a realização dessas atividades foram necessários estudos sobre: o conteúdo de biologia celular trabalhado na escola ([LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2012](#)), além de conteúdos retirados de artigos científicos e livros sobre diabetes ([AL-GOBLAN, et al. 2014](#); [JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013](#)); analogias e modelos didáticos, como estratégia de ensino ([RAVILOLO; GARRITZ, 2008](#); [ORLANDO et al., 2009](#); [AMORIM, 2013](#)). Também realizou-se planejamento e criação das atividades interativas e das sequências didáticas, as quais caracterizam um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de um objetivo específico ([ZABALA, 1998](#)).

Primeiramente, as graduandas do curso de Medicina fizeram a leitura do livro didático *Biologia hoje* ([LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2012](#)), adotado pela escola convidada, a fim de obter informações sobre os aspectos do metabolismo da glicose e ciclo energético abordados no respectivo livro. A partir dessa leitura, as graduandas definiram os conceitos acerca da digestão dos carboidratos e absorção de glicose pela célula para compreensão dos mecanismos envolvidos na fisiologia da diabetes.

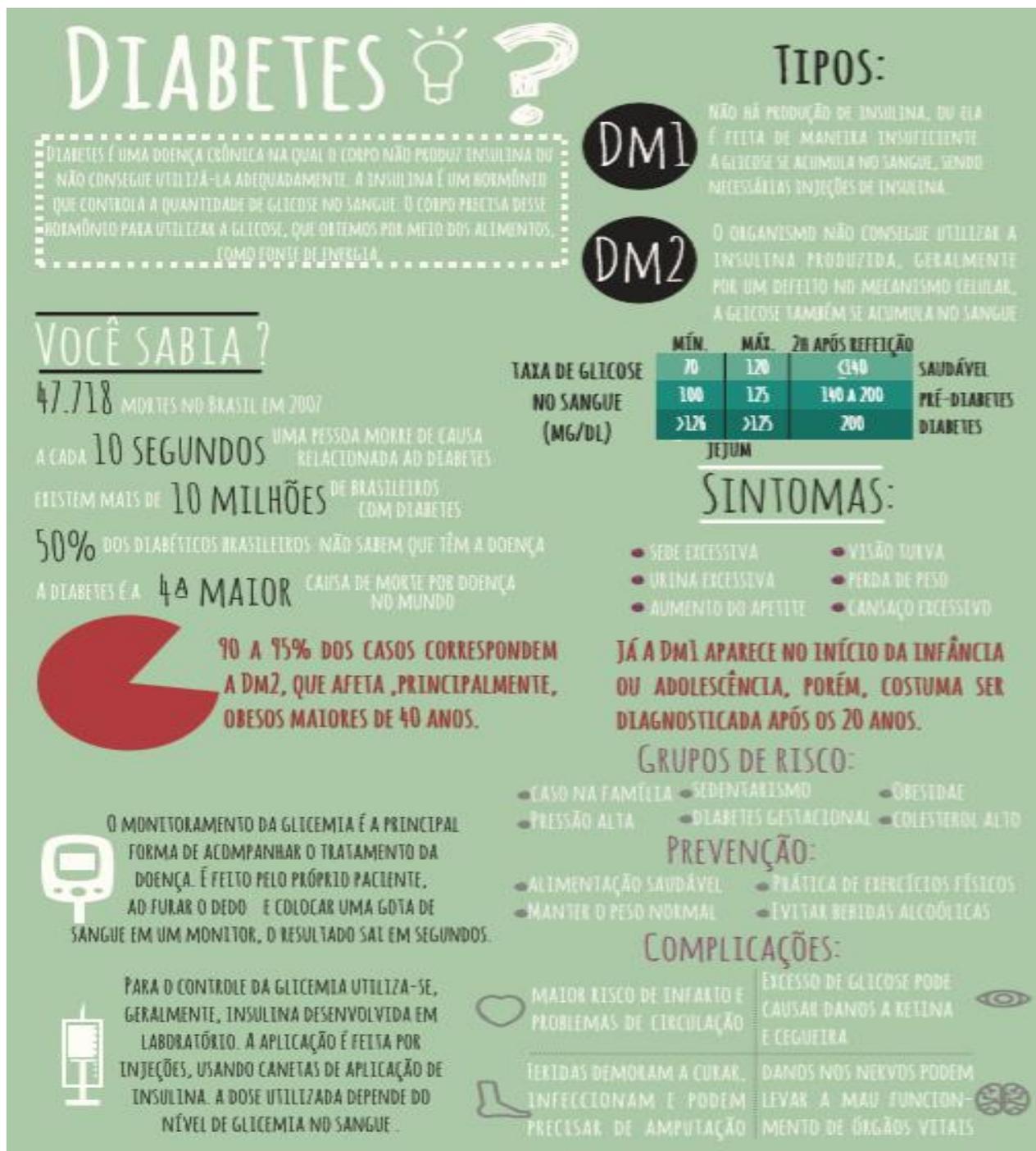
A partir disso, foram selecionados alguns artigos e livros referentes aos seguintes temas: processo de digestão e absorção dos carboidratos ([NELSON; COX, 2011](#)), transportadores de glicose ([MACHADO, 1998](#)), síntese e secreção de insulina ([VASQUES et al., 2008](#)), e efeitos desse hormônio nos tecidos ([HALL; GUYTON, 2011](#)).

Após a escolha dos temas a serem abordados nas atividades, foi desenvolvido um roteiro com os pontos principais a serem trabalhados com os estudantes, os instrumentos pedagógicos utilizados e a metodologia adotada.

No dia da ação de extensão, oito temas foram abordados. A seguir estão apresentadas as estratégias didáticas utilizadas em cada um deles:

Tema 1 – Aspectos gerais sobre a diabetes mellitus tipo I e II: Informações gerais, como “O que é a diabetes?”, “a prevalência da diabetes no Brasil”, “os tipos de diabetes (I e II)”, “os sintomas da diabetes”, “os grupos de risco para diabetes” e “prevenção e as complicações da diabetes”, foram utilizadas, por meio de um banner (Figura 1), para esclarecer os alunos quanto à importância da ocorrência dessa doença na população.

**Figura 1.** Banner infográfico desenvolvido para explanação sobre os aspectos gerais da diabetes mellitus



Fonte: Autores

Tema 2 - A importância da glicose para o ciclo energético celular: Esse tema foi abordado, por meio de uma revisão com os escolares, em que os conhecimentos já apropriados pelos alunos durante as aulas escolares foram resgatados, utilizando-se de perguntas e analogias apresentadas no Quadro 1 (item 1).

**Quadro 1.** Analogias utilizadas para o ensino sobre o uso do carboidrato pelo organismo e os mecanismos celulares envolvidos nesse processo:

Item	Analogias	Conteúdo abordado
	Corpo humano como um celular (fone) e glicose como fonte de energia.	O ser humano seria como o celular (fone) que precisa de energia para funcionar. Essa energia vem da glicose obtida através da alimentação.
	Carboidratos são como blocos conectados.	Carboidratos são moléculas grandes formadas por outras menores. As moléculas menores seriam as glicoses. Logo, cada bloco seria uma glicose. Uma série de blocos, um carboidrato. As enzimas que desmontam os blocos, são as que quebram o carboidrato em glicose.
	Carboidrato como um carregador.	O carregador fornece energia para o celular (fone), já o carboidrato é fonte de glicose para o organismo.
	Enterócito como uma rodovia seletiva.	O enterócito seria como uma rodovia seletiva, porque permite a passagem seletiva dos nutrientes do intestino para o sangue. Como exemplo de como os nutrientes são selecionados, tem-se o transportador SGLT-1, o qual permite a passagem de sódio e glicose para dentro do enterócito e o GLUT 2 que transporta somente a glicose de dentro do enterócito para a corrente sanguínea.
	Insulina como chave.	A insulina funciona como uma chave que permite a abertura dos portais celulares para a entrada de glicose. Sistema de chave e fechadura foi usado para compreensão da especificidade dos receptores celulares.
	Fosforilação de proteínas como efeito dominó.	Ao se ligar no receptor, a insulina ativa uma série de proteínas intracelulares através da fosforilação (ato de doar fosfato), é como se ela derrubasse o primeiro dominó (doasse o primeiro fosfato) em uma fila de dominós, os quais se fosforilariam sucessivamente até a ação final dentro da célula. Peças de dominó foram utilizadas para exemplificar o processo.
	GLUT4 como portal.	A insulina funciona como uma chave que ativa um processo (fosforilação), cuja ação final é a translocação de um transportador para a membrana celular permitir a entrada de glicose. Esse transportador, chamado de GLUT4, atuaria como um portal para a glicose.

Fonte: Autores

Tema 3- Processo fisiológico da digestão de carboidrato: Nessa etapa foi utilizado um modelo anatômico do sistema digestório para revisão do conhecimento fisiológico sobre o processo enzimático envolvido na digestão e absorção dos nutrientes (Figura 2B). Ainda

foram utilizadas as analogias apresentadas na Quadro 1 (itens 1, 2 e 3), as quais trataram sobre a quebra dos carboidratos em glicose.

**Figura 2.** Apresentação. Em A, apresentação do banner, referente às características da DM I e II. Em B, uso do modelo do sistema digestório para exemplificar o processo de digestão e absorção dos carboidratos. Em C, uso dos modelos de enterócito, ilha pancreática e célula-beta para exemplificar os processos que ocorrem dentro de cada célula. Em D, uso do modelo da fibra muscular estriada esquelética para exemplificar a ação da insulina nos tecidos e, em E, finalização da apresentação, com comentários e esclarecimento de eventuais dúvidas.



Fonte: Os autores

Tema 4- Papel do enterócito na passagem da glicose para o sangue: Nessa atividade foi utilizado um modelo confeccionado em acetato vinilo de etileno (EVA) para representar o enterócito, uma célula epitelial do intestino delgado com características morfofuncionais bastante peculiares. O objetivo do modelo foi a demonstração da digestão do carboidrato e do transporte da glicose do lúmen intestinal para o sangue. As analogias utilizadas constam na Quadro 1 (item 4) e o modelo em EVA e sua utilização estão demonstrados nas Figuras 2C e 3A.

**Figura 3.** Modelos em EVA. Em A, o modelo de um enterócito em alto relevo, evidenciando suas organelas e morfologia associada à sua função. Em B, uma célula-beta em alto relevo, produtora de insulina e, em C, um modelo tridimensional de um seguimento da fibra muscular estriada mostrando as proteínas contrácteis e organelas associadas.



Fonte: Os autores

Tema 5- Importância de transportadores de glicose estrategicamente localizados no enterócito: Nessa etapa foi apresentado um novo conhecimento aos alunos. A existência de transportadores celulares como o SGLT-1 e GLUT 2, conteúdo estudado no ensino superior, foi abordado de forma clara e objetiva por meio de analogias (Quadro 1, item 4) e de modelo em EVA (Figura 2C e 3A).

Tema 6 - Como a insulina é produzida? Para essa etapa da atividade foi utilizado um modelo que reproduzia a histologia do tecido pancreático (Figura 2C), em que as ilhotas pancreáticas apresentavam as células-beta responsáveis pela produção de insulina. O modelo foi usado para demonstrar o processo de estímulo mediante a presença da glicose na formação e secreção de insulina.

Tema 7- Qual a função da insulina nas células? Para demonstrar um tipo celular dependente da insulina foi utilizado uma fibra muscular estriada esquelética tridimensional em EVA (Figura 2D e Figura 3C) e algumas analogias como constam na Quadro 1 (itens 5, 6 e 7).

Como descrito anteriormente, além das analogias, foram utilizados modelos bi e tridimensionais. A confecção desses modelos foi realizada com EVA, seguindo desenhos, fotos e esquemas de livros didáticos de graduação, como os livros de *Histologia Básica* e de *Biologia Celular e Molecular* ([JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013](#)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades foram propostas para um total de 160 alunos, os quais visitaram a Casa da Ciência e da Cultura da UFMS durante quatro dias, em um número de aproximadamente 40 alunos por dia.

Na apresentação inicial, os alunos foram questionados quanto aos aspectos gerais a respeito da diabetes mellitus e da insulina (Figura 2.A). Percebeu-se que os alunos apresentavam dificuldades em explanar sobre o metabolismo energético, origem da

glicose, síntese e função da insulina, o que pode ser atribuído à timidez de um primeiro contato com as acadêmicas ou ao desconhecimento do tema abordado.

Em seguida, usamos o modelo anatômico do sistema digestório para iniciar o resgate do conhecimento dos alunos a respeito da digestão e absorção dos carboidratos (Figura 2B). Essa etapa foi necessária para que as acadêmicas posteriormente pudessem trabalhar novos conceitos associando-os aos conhecimentos prévios e, dessa forma, permitir um maior aproveitamento de novos conteúdos pelos alunos no decorrer das atividades.

Nesse segundo momento, os alunos mostraram-se mais desinibidos e as acadêmicas puderam interagir e obter respostas que variavam entre corretas e erradas.

Após explanar e exemplificar o processo de digestão, por meio de modelos e analogias (Figura 2B e Quadro 1 – itens 1, 2 e 3), seguiu-se para uma explicação acerca das células (enterócitos) e estruturas (transportadores SGLT-1, GLUT 2 e receptores) envolvidas no processo de absorção e transporte da glicose para o sangue (Figura 2C), da porção endócrina do pâncreas responsável pela secreção hormonal (ilhotas de Langerhans) e, por fim, da célula responsável pela secreção de insulina (célula-beta) (Figura 2C e 3B). Nessa etapa, os alunos observaram atentos os modelos e disseram, quando solicitados, compreender sobre as analogias apresentadas. Em seguida, foi demonstrada a ação da insulina nos tecidos e, para isso, utilizou-se um modelo de fibra muscular esquelética estriada tridimensional (Figura 2D e 3C), representando a célula de um tecido alvo da insulina. Nesse processo, a insulina funciona como uma chave que ativa um processo (fosforilação), cuja ação final é a translocação de um transportador para a membrana celular permitir a entrada de glicose. Esse transportador, chamado de GLUT4, atua como um portal para a glicose entrar na célula. Os alunos ficaram entusiasmados com o modelo e depois da explicação ficaram à vontade para manipulá-lo.

Ao final, foi realizada uma revisão oral dos assuntos tratados com os alunos, na qual foi possível perceber a sedimentação de alguns dos conteúdos abordados e sanar dúvidas eventuais.

No geral, a experiência foi positiva e os alunos demonstraram interesse sobre o tema abordado pelo projeto e até mesmo compartilharam experiências pessoais relacionadas à doença.

Durante as atividades, percebemos dificuldades relacionadas à compreensão de conteúdos básicos já ministrados por meio do livro didático de Biologia, adotado pela escola ([LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2012](#)).

Além disso, notamos a necessidade da construção de conhecimento pelo aluno baseada na correlação de fatos biológicos, haja vista que alguns deles foram capazes de responder a questões relevantes sobre o tema ciclo celular e metabolismo energético, mas não conseguiram relacioná-los aos mecanismos celulares acarretados pela DM tipo II propriamente.

Quanto ao aprendizado das acadêmicas, a percepção foi de que o projeto lhes possibilitou desenvolver responsabilidades, iniciativas e sensibilidade no ato de ensinar, e provocar o aprendizado de forma clara e compreensível, aspectos fundamentais para uma atuação médica preventiva e humanizada.

Um papel importante da ação foi o de estimular a sedimentação do conhecimento pelos alunos através das ferramentas pedagógicas utilizadas, pois uma crítica relativamente comum dos estudantes foi de que parte do conteúdo ministrado na escola não tem repercussão prática em suas vidas e que, a partir do projeto, as acadêmicas foram

capazes de mostrar a importância do conhecimento em biologia, mesmo que básico, para a compreensão de doenças relevantes e cotidianas.

## CONCLUSÃO

Apesar de ser uma doença com alta prevalência na população mundial, existem muitas dúvidas dos escolares participantes desse projeto em relação à gênese celular da diabetes. Os integrantes do presente projeto acreditam na importância de se conhecer o mecanismo celular para entender o processo da doença e do uso de abordagens simples, e de modelos práticos que facilitem o processo de compreensão dos aspectos celulares da diabetes pelos escolares.

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio da coordenadora do Programa Saúde nas Escolas, Soraya Solon, aos professores colaboradores, Viviane Bento, Sandra S. Cereali e Jesiel Mamede Silva, à Casa da Ciência e Cultura, à Escola Estadual Consuelo Muller, aos patrocinadores, Silas Estofado, Santa Rita Decor, Atacado Nacional, São Gonçalo Bazar, Versátil Camiseteria, AmarelinHU Lanchonete, e aos demais integrantes idealizadores das estações do projeto, Amanda Faustini Ferreira, André Gonçalves de Souza, Bruna Zavatti Vacchiano, Fabíola Vieira de Mello, Giulia Zanotto, Isabela Rocha Rubini, Isabelle Carolina Basualdo Pedreira, Jodri Aquino, Juliana Marques Bendito, Lais Felix Batista, Maria Alice Fontoura Lima, Mário Salomão Cury Pires, Mayara Pereira Vasconcelos, Rafaela Rós Soler, Rayssa de Sousa Matos da Costa, Roberta Rios Soares, Tássia Vieira Ávalos, Tiago Yuta Yamaguti Maziero, Vanessa Bernardes Daniel e Victor Ribeiro de Sant'Ana.

**Submetido em** 15/01/18

**Aceito em** 07/08/18

---

## REFERÊNCIAS

[AL-GOBLAN, A. S. et al.](#) Mechanism linking diabetes mellitus and obesity. **Diab, Met Syn Obes**, v. 7, n. 4, p. 587-591, 2014.

[AMORIM, A. S.](#) A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de **Biologia para alunos de Ensino Médio**. 2013. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Ceará - Beberibe, 2013. Disponível em: [http://www.uece.br/sate/dmdocuments/bio\\_beberibe\\_amorim.pdf](http://www.uece.br/sate/dmdocuments/bio_beberibe_amorim.pdf). Acesso em 25/01/2018.

[BRASIL.](#) Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 160p. (Cadernos de Atenção Básica, n. 36). Disponível em: <<https://goo.gl/UxrCLF>> . Acessado em 25/01/2018.

[BRASIL.](#) Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças

Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2011. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano\\_acoes\\_enfrent\\_dcnt\\_2011.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf). Acessado em 25/01/2018.

GOLDMAN, L; SCHAFFER, A. Goldman Cecil Medicina. 24 ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2014. cap. 237, p. 1711-1722.

GOULART, F.A.A. Organização Pan-Americana de Saúde. Doenças crônicas não transmissíveis: estratégias de controle e desafios e para os sistemas de saúde. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2011. Disponível em: [http://apsredes.org/pdf/Condicoes-Cronicas\\_flavio1.pdf](http://apsredes.org/pdf/Condicoes-Cronicas_flavio1.pdf) Acessado em 25/01/2018.

HALL, J. E.; GUYTON, A.C. Insulina, glucagon e *diabetes mellitus*. In: HALL, John E.; GUYTON, Arthur C. Tratado de fisiologia médica. 12. ed. Rio de Janeiro, RJ: **Elsevier**, 2011. cap. 78, p. 987-1003

ISER, B. P.M. et al. Prevalência de diabetes autorreferido no Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 24, n. 2, p. 305-314, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v24n2/2237-9622-ress-24-02-00305.pdf> Acessado em 25/01/2018.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Biologia Celular e Molecular. 11º ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2013.

KAHN, C. R. et al. Joslin: diabetes mellito. 14. ed. Porto Alegre, RS: **Artmed**, 2009.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. Biologia Hoje. 2º ed. São Paulo: **Ática**, 2012.

MACHADO, U. F. Transportadores de glicose. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 42, p. 413 – 421, 1998. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27301998000600003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27301998000600003). Acessado em 25/01/2018.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. São Paulo, **Artmed**, 2011.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Rev. Br. Ens BIOQ Biomol**, v. 10, p. 1-17, 2009. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33>. Acessado em 25/01/2018.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A. Analogias no ensino do equilíbrio químico. **QNEsc**, n. 27, 2008. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc27/04-ibero-3.pdf>. Acessado em 25/01/2018.

THE DIABETES PREVENTION PROGRAM (DPP) RESEARCH GROUP. The Diabetes Prevention Program (DPP): **Diab Care**. 2002 December; 25(12): 2165–2171. Disponível em: <http://care.diabetesjournals.org/content/diacare/25/12/2165.full.pdf>. Acessado em 25/01/2018.

VASQUES, A. C. J. et al. Análise Crítica do Uso dos Índices do Homeostasis Model Assessment (HOMA) na Avaliação da Resistência à Insulina e Capacidade Funcional das Células-beta Pancreáticas. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 51, p 32-39, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v52n1/a06v52n1.pdf> Acessado em 25/01/2018.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: **ArtMed**, 1998.