

Obesidade e desreguladores endócrinos: uma abordagem em E-book para o ensino de Biologia no ensino médio

RESUMO

A obesidade tornou-se uma preocupação global em constante crescimento com taxas de incidência projetadas para aumentar significativamente em todo o mundo até 2035, conforme indicado pelo Atlas Mundial da Obesidade. Estima-se que até um terço das crianças e adolescentes no Brasil enfrentarão o desafio da obesidade nesse período. Embora a má alimentação e a falta de atividade física sejam reconhecidas como fatores determinantes desse problema, evidências emergentes sugerem o possível impacto de substâncias químicas conhecidas como "obesogênicos", chamados desreguladores endócrinos. Essas substâncias estão presentes em produtos comuns, como plásticos, produtos de higiene pessoal, plantas e alimentos enlatados, o que torna desafiador evitar uma exposição a esses agentes. A exposição contínua a novas informações torna o processo de incorporação de conceitos mais produtivo para os alunos. Assim, uma abordagem em e-book alinhada com as TDIC e a BNCC, não apenas enriquece o processo educacional, mas também está em sintonia com a evolução das formas de aprendizagem e comunicação na sociedade contemporânea. A metodologia empregada nesta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem de natureza qualitativa com a finalidade de responder a assuntos focados em uma determinada temática, realidade e necessidade que, ao mesmo tempo, não podem ser quantificados. Tendo em vista a necessidade de abordar a falta de informação acerca da obesidade associada ou não aos riscos da exposição aos desreguladores endócrinos, este trabalho elaborou um e-book para ser disponibilizado gratuitamente e utilizado em sala de aula com a finalidade de viabilizar a divulgação científica. Portanto, a criação de uma cartilha/livro digital representa uma abordagem alinhada às transformações nos comportamentos e padrões da população global, impulsionadas pela adoção de novas formas de comunicação e divulgação enfatizando seu potencial como uma contextualização social relevante iniciada já em sala de aula de maneira interdisciplinar e em conjunto com a grade curricular.

ISSN: 2358-8829

Palavras-chave: Obesidade, E-book, Desregulação endócrinas.

INTRODUÇÃO

A obesidade tornou-se uma preocupação global em constante crescimento, com taxas de incidência projetadas para aumentar significativamente em todo o mundo até 2035, conforme indicado pelo Atlas Mundial da Obesidade (2023). Estima-se que até um terço das crianças e adolescentes no Brasil enfrentarão o desafio da obesidade nesse período. Embora a má alimentação e a falta de atividade física sejam reconhecidas como fatores determinantes principais desse problema, evidências emergentes sugerem o possível impacto de substâncias químicas conhecidas como "obesogênicos" (Miranda et al.; 2023).

Assim, embora as evidências destacam o consumo excessivo de alimentos e a redução da atividade física como elementos fundamentais na problemática da obesidade, observa-se uma crescente atenção à programação metabólica. Essa programação está relacionada com insultos durante períodos críticos do crescimento e desenvolvimento desde a gestação, evidenciando seu potencial para desencadear impactos significativos até a idade adulta (Vieira et al.; 2015).

A evolução da sociedade, influenciada por setores como agricultura, pecuária, indústria e urbanização, tem sido marcada pelo contato descontrolado a longo prazo de substâncias sintéticas, sendo estas destacadas devido às implicações prejudiciais à saúde humana e ao ecossistema (Pimentel et al., 2006). Estratégias publicitárias da indústria alimentícia atraem os adolescentes para escolherem alimentos ultraprocessados e processados, ricos em gorduras, sódio, conservantes, aromatizantes e açúcares, contribuindo significativamente para o excesso de peso desde uma idade precoce (Neves et al.; 2019).

Entretanto, conforme discutido neste trabalho, há uma mudança de foco em direção aos componentes das embalagens dos alimentos e aos utilizados em sua produção, especialmente no que se refere a produtos potencialmente obesogênicos. Essa transição reflete uma compreensão crescente de que os produtos químicos utilizados nos produtos industrializados, ou em outras formas de exposição, podem desempenhar um papel significativo na sinalização metabólica e ter um impacto potencial na saúde.

Os desreguladores endócrinos (DE) são compostos químicos exógenos, sintéticos ou naturais com a capacidade de perturbar o sistema hormonal, imitando ou bloqueando a ação dos hormônios naturais do corpo. Essas substâncias estão presentes em produtos comuns, como plásticos, produtos de higiene pessoal, plantas e alimentos

enlatados, o que torna desafiador evitar uma exposição a esses agentes (Zoeller et al., 2012). Alguns disruptores endócrinos têm a capacidade de persistir e se acumular nos tecidos, os DE exercem uma influência significativa, especialmente sobre crianças e animais jovens, devido às fases críticas de desenvolvimento em que desequilíbrios hormonais podem originar problemas manifestados mais tarde na vida (Solomon & Schettler, 2000). A exposição a esses disruptores pode ocorrer por diferentes vias, como absorção cutânea, ingestão de alimentos ou água contaminados e até mesmo inalação em situações específicas (La Merrill et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi criar um livro digital gratuito, por meio de uma revisão bibliográfica, buscando disseminar informações sobre obesidade e DE como material de divulgação científica.

ISSN: 2358-8829

METODOLOGIA

Esta pesquisa se configura como uma análise de estudos relevantes, utilizando bancos de dados acadêmicos. A natureza descritiva da pesquisa envolve a observação, registro, análise e interpretação dos achados científicos, sem intervenção direta do pesquisador durante a coleta de dados, o que proporciona conclusões mais autênticas sobre a realidade. Ou seja, a metodologia empregada nesta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem de natureza qualitativa com a finalidade de responder a assuntos focados em uma determinada temática, realidade e necessidade que, ao mesmo tempo, não podem ser quantificados.

Tendo em vista a necessidade de abordar a falta de informação acerca da obesidade, associada ou não aos riscos da exposição aos DE, este trabalho também elaborou um livro digital (e-book) para ser disponibilizado gratuitamente e utilizado em sala de aula com a finalidade de viabilizar a divulgação científica dos fatores envolvidos com a obesidade e com o consumo de produtos químicos e aliméticos. O desenvolvimento do e-book, que conta com 102 páginas, foi estruturado dentro do programa Canva e busca proporcionar uma compreensão gradual e integrada do tema. Inicialmente, o livro introduz o conceito de Origens Desenvolvimentistas da Saúde e da Doença (DOHaD), que estabelece uma base teórica importante para entender as interações entre ambiente, desenvolvimento e saúde. O primeiro capítulo é dedicado ao sistema hormonal, essencial para a compreensão dos processos metabólicos, preparando o leitor para entender as relações entre metabolismo e obesidade. Em seguida, o

segundo capítulo aborda o conceito de obesidade, focando em seu perfil metabólico e nas implicações fisiológicas. A partir daí, o e-book explora os DE, ao destacar suas origens, naturais ou sintéticas, e sua influência sobre o sistema hormonal humano. O conceito de DE é trabalhado como um termo abrangente que engloba diversas moléculas encontradas no ambiente capazes de desregular o metabolismo. São apresentados os principais grupos de moléculas, como ftalatos, bisfenol A, bifenilas policloradas, triclosan, metais pesados e edulcorantes, explicando suas interações com o organismo humano. Cada capítulo é acompanhado por questões reflexivas (“Questões para Pensar”) que incentivam a discussão e uma compreensão crítica, além do “Papos de cientista”, página que desmistifica termos científicos, visando sensibilizar e engajar o público do Ensino Médio.

ISSN: 2358-8829

REFERENCIAL TEÓRICO

Madalena Freire (1992) explora a complexidade da escuta em "O sentido dramático da aprendizagem", afirmando que ouvir vai além do simples uso dos ouvidos. A verdadeira escuta envolve a recepção do ponto de vista do outro, seja ele semelhante ou diferente do nosso, exigindo abertura para compreender suas hipóteses e identificar-se com seus desejos. Freire destaca que compreender algo é um processo que demanda interesse e um domínio prévio de conceitos, essencial para a apreensão do "desejo". A exposição contínua a novas informações torna o processo de incorporação de conceitos mais produtivo para os alunos. Nesse contexto, uma abordagem em livro digital, alinhada com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), não apenas enriquece o processo educacional, mas também está em sintonia com a evolução das formas de aprendizagem e comunicação na sociedade contemporânea. Os estudos de Colborn (1993), Vandenberg (2012), e análises recentes, como a de Rosana Torrezan (2019), desempenham um papel crucial como referências essenciais na área de impactos dos DE. Essas pesquisas evidenciam que muitos dos desreguladores têm origem em produtos comuns do nosso dia a dia.

A intenção com a elaboração de um livro digital é apresentar esse cenário, contextualizando como substâncias presentes em embalagens plásticas de alimentos ou produtos de higiene podem ter impactos adversos em nosso organismo. Ao optar por artigos amplamente reconhecidos e citados na comunidade acadêmica, a produção final

se beneficia da expertise consolidada e das conclusões desses pesquisadores, proporcionando uma base sólida e confiável para a utilização em sala de aula, das informações sobre os efeitos dos DE.

Os livros, que antes se limitavam à forma estática impressa, passaram por uma transformação para se tornarem portais dinâmicos de conhecimento, capazes de se ajustar aos variados estilos de aprendizagem e níveis de proficiência dos alunos (Unesco, 2020). As TDIC desempenham um papel crucial nessa evolução, permitindo que os e-books se tornem guias interativos de autodescoberta, incentivando os alunos a explorar tópicos de interesse de forma autônoma e aprofundada. Além disso, ao estarem disponíveis em formato digital, as cartilhas ampliam significativamente seu alcance e acessibilidade, possibilitando que estudantes e professores acessem o material a qualquer momento e de qualquer lugar, facilitando a revisão constante e a aplicação prática do conhecimento adquirido.

A agilidade na atualização e expansão do conteúdo garante que as cartilhas e os e-books permaneçam pertinentes e alinhadas às demandas em constante evolução do mundo contemporâneo. Os benefícios das cartilhas abrangem desde o acesso rápido e gratuito até sua formatação amigável para o público. À medida que a tecnologia avança e seu acesso se democratiza, torna-se indispensável aproveitar os espaços virtuais para criar meios de comunicação e divulgação científica. Trabalhos importantes, como o de Diamanti-Kandarakis e colaboradores (2009), agregam de forma objetiva à cartilha, explicando como os DE interferem nos sistemas hormonais do corpo, podendo desencadear não apenas distúrbios hormonais, mas também na obesidade. As conclusões de Grandjean & Landrigan (2006) e Trasande et al. (2016) permitem destacar na obra escrita a importância de adotar hábitos saudáveis para evitar a exposição aos DE, contribuindo assim para reduzir o risco de efeitos deletérios ao longo das gerações. Portanto, a criação de uma cartilha/livro digital representa uma abordagem alinhada às transformações nos comportamentos e padrões da população global, impulsionadas pela adoção de novas formas de comunicação e divulgação enfatizando seu potencial como uma contextualização social relevante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No âmbito da BNCC, o e-book produzido aborda diversas competências, sendo três delas particularmente destacadas. Na competência 2 (Compreender as Ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de desenvolvimento socioeconômico e cultural), o livro ao explorar as origens e efeitos da obesidade e dos DE, enfatiza a relevância dessas condições não apenas como questões de saúde, mas também como elementos relacionados ao desenvolvimento da sociedade e da cultura; na competência 3 (Entender os princípios e fundamentos científico-tecnológicos e suas relações com a sociedade, a natureza e o trabalho) o livro atende através da abordagem dos conceitos científicos que cercam a obesidade e os DE, ele explora como esses conhecimentos estão interligados com o contexto social, natural e profissional, proporcionando aos alunos uma visão mais ampla e contextualizada dessas temáticas no dia a dia. Na competência 6 (Compreender e utilizar os conhecimentos sobre as ciências naturais, matemáticas e suas tecnologias de forma crítica e criativa como meio para enfrentar desafios e para solucionar problemas do cotidiano), o livro faz relação ao incentivar os alunos a aplicar criticamente o conhecimento sobre obesidade e DE, os motivando a enfrentar desafios de saúde pessoal e global, promovendo a busca por soluções inovadoras e conscientes.

ISSN 2358-8829

Esse e-book não apenas fornece informações valiosas sobre obesidade e DE, mas também capacita os alunos a se tornarem cidadãos críticos e informados, capazes de compreender e abordar questões de saúde e ambientais em um contexto mais amplo. Com base nas competências da BNCC e no enfoque em habilidades críticas e práticas, a cartilha visa criar uma ponte entre o conhecimento científico e sua aplicação no cotidiano, proporcionando uma experiência educacional enriquecedora e significativa.

CONCLUSÃO

O e-book elaborado neste trabalho se apresenta como um recurso valioso tanto para alunos quanto para professores, com o objetivo de disseminar informações cruciais sobre obesidade e DE. Ao abordar essas questões de maneira acessível e contextualizada, buscamos promover uma maior compreensão dos impactos que esses fatores têm na saúde e no bem-estar da sociedade. A sala de aula se configura como um espaço fundamental para a introdução de temas de grande relevância social, permitindo

que iniciativas educacionais sejam não apenas discutidas, mas também levadas adiante de forma prática.

A importância de projetos que enfoquem a conscientização sobre obesidade e DE não pode ser subestimada. A educação desempenha um papel central na formação de cidadãos críticos e informados, capazes de reconhecer e enfrentar os desafios que esses problemas impõem. Assim, esperamos que a utilização deste e-book inspire mais iniciativas educacionais que busquem integrar a ciência com as realidades cotidianas dos estudantes, contribuindo para um futuro mais saudável e consciente.

REFERÊNCIAS

ISSN: 2358-8829

Organização Mundial da Saúde. Atlas Mundial da Obesidade 2022. Disponível em: <https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2022>.

Miranda, R. A., Silva, B. S., de Moura, E. G., & Lisboa, P. C. (2023). Pesticides as endocrine disruptors: programming for obesity and diabetes. *Endocrine*, 79(3), 437-447.

Vieira, A. K. G., et al. (2015). Overnourishment during lactation induces metabolic and haemodynamic heart impairment during adulthood. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*.

Pimentel, L. C. F. et al. (2006). O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado. *Química Nova*, 29(5), 1138–1149.

Neves, A. L., et al. (2019). Os fatores de risco envolvidos na obesidade no adolescente: uma revisão integrativa. *Ciência e saúde coletiva*, 26(Suple 3), 4871-4884.

Zoeller, R. T., et al. (2012). Produtos químicos desreguladores endócrinos e proteção da saúde pública: uma declaração de princípios da The Endocrine Society. *Endocrinology*, 153(9), 4097-4110.

Solomon, G. M., & Schettler, S. (2000). Environment and health: 12. Endocrine disruptors. Canadian Medical Association Journal, 163(11), 1471.

La Merrill, M., Emond, C., Kim, M. J., Antignac, J. P., Le Bizec, B., Clément, K., Birnbaum, L. S., & Barouki, R. (2013). Função toxicológica do tecido adiposo: foco em poluentes orgânicos persistentes. Environmental Health Perspectives, 121, 162–169.

Freire, M. (1992). O sentido dramático da aprendizagem.

Colborn, T., Vom Saal, F. S., & Soto, A. M. (1993). Efeitos de desenvolvimento de produtos químicos que interrompem o sistema endócrino na vida selvagem e em humanos. Perspectivas de Saúde Ambiental, 101, 378–384.

Vandenberg, L. N., Colborn, T., Hayes, T. B., Heindel, J. J., Jacobs, D. R. Jr., Lee, D. H., Shioda, T., Soto, A. M., vom Saal, F. S., Welshons, W. V., Zoeller, R. T., & Myers, J. P. (2012). Hormones and endocrine-disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. Endocrine Reviews, 33(3), 378-455.

Torrezan, R., Malta, A., Willian, A., Araújo, A., Miranda, R. A., Moura, E. G., & Lisboa, P. C. (2019). Monosodium L-glutamate-obesity onset is associated with disruption of central control of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and autonomic nervous system. Journal of Neuroendocrinology, 31(6). doi:10.1111/jne.12717.

UNESCO. (2020). Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Diamanti-Kandarakis, E., Bourguignon, J. P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., Zoeller, R. T., & Gore, A. C. (2009). Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. Endocrine Reviews, 30(4), 293-342. doi:10.1210/er.2009-0002.

Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet*, 368(9550), 2167-2178. doi:10.1016/S0140-6736(06)69755-3.

Trasande, L., & Basu, N. (2016). Estimating the Health Care Costs of Environmental Exposures: A Case Study of Lead Poisoning. *Environmental Health Perspectives*, 124(4), 402-407. doi:10.1289/ehp.1509755.