



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA

JOÃO PEDRO BARRETO DINIZ

**DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS: COMO INTEGRAR
BIOLOGIA, RAÇA E GÊNERO?**

CRUZ DAS ALMAS – BA

2024

JOÃO PEDRO BARRETO DINIZ

**DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS: COMO INTEGRAR
BIOLOGIA, RAÇA E GÊNERO?**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao componente curricular “Trabalho de Conclusão de Curso I”, do Curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), como requisito parcial e obrigatório para obtenção do título de Licenciado em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Ribeiro.

CRUZ DAS ALMAS – BA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA

João Pedro Barreto Diniz

**DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS: COMO INTEGRAR BIOLOGIA,
RAÇA E GÊNERO?**

A supracitada monografia é aprovada pelos membros da Banca Examinadora e foi aceita por esta Instituição de Ensino Superior como Trabalho de Conclusão de Curso, no nível de graduação, como requisito para obtenção do título de Licenciada(o) em Biologia.

Cruz das Almas – BA, 19 de julho de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gabriel Ribeiro

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB/UFRB)
Orientador

Profa. Dra. Maria Aparecida da Silva Andrade

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB/UFRB)
Membro da Banca

Profa. Dra. Rosilda Arruda Ferreira

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB/UFRB)
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço aos meus pais que sempre me incentivaram a ingressar no ensino superior.

Agradeço ao meu orientador, Professor Gabriel, por me apresentar esta temática de desenho que eu amei.

Agradeço a Professora Patrícia, que em momentos de aflição, me ajudou a me centrar no trabalho.

Agradeço a minha namorada por ter escutado os meus desabafos nos momentos em que pessoas criticaram o meu trabalho.

Agradeço a todos os professores da UFRB por me ajudar a chegar até aqui.

Agradeço a todos os meus amigos por me acompanharem nesta jornada.

Agradeço a minha colega de curso Taiane que me ajudou a digitalizar os desenhos.

DINIZ, João Pedro Barreto. **DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS: COMO INTEGRAR BIOLOGIA, RAÇA E GÊNERO?**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2024 (Trabalho de Conclusão de Curso). Orientador: Gabriel Ribeiro

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor desenhos didáticos de corpos humanos para o uso principal na Educação Básica. Para isso, sustentamos a perspectiva teórica de que os corpos humanos são sistemas complexos e integrados, apresentamos desafios didáticos para a compreensão desta visão pelos estudantes e buscamos superar a falta de diversidade de corpos identificada em livros didáticos de Ciências. Estes três pilares, associados a critérios instrucionais para a elaboração destes tipos de desenhos (Postigo; López-Manjón, 2018) e à noção de isomorfismo espacial (Cheng; Gilbert, 2015), compuseram os elementos teórico-conceituais para a elaboração dos desenhos. A dimensão procedimental da construção dos desenhos contou com a utilização de lápis e papel, atividade complementada com o emprego de softwares (App *IbisPaintX* e plataforma *Canva*). Consideramos que os desenhos propostos poderão: (i) contribuir para a formulação de livros didáticos alinhados com as perspectivas teóricas que discutimos; (ii) ser utilizados por professores de ciências da Educação Básica, de diferentes níveis de escolaridade, ou mesmo por docentes envolvidos na formação de professores; (iii) inspirar a elaboração de outros desenhos sobre corpos humanos, no âmbito da pesquisa referente à educação científica.

Palavras chave: Corpos Humanos; Sistemas Complexos; Diversidade; Ensino de Biologia.

ABSTRACT

The objective of this work was to propose didactic drawings of human bodies for main use in Basic Education. To this end, we support the theoretical perspective that human bodies are complex and integrated systems, we present didactic challenges for students to understand this vision and we seek to overcome the lack of body diversity identified in science textbooks. These three pillars, associated with instructional criteria for creating these types of drawings (Postigo; López-Manjón, 2018) and the notion of spatial isomorphism (Cheng; Gilbert, 2015), comprised the theoretical-conceptual elements for creating the drawings. The procedural dimension of creating the drawings involved the use of pencil and paper, an activity complemented with the use of software (IbisPaintX App and Canva platform). We consider that the proposed designs could: (i) contribute to the formulation of textbooks aligned with the theoretical perspectives we discussed; (ii) be used by science teachers in Basic Education, at different levels of education, or even by teachers involved in teacher training; (iii) inspire the creation of other drawings about human bodies, within the scope of research related to scientific education.

Keywords: Human Bodies; Complex Systems; Diversity; Teaching Biology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LDs	Livros Didáticos
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 CORPOS HUMANOS COMO SISTEMAS COMPLEXOS E INTEGRADOS: DESAFIOS DIDÁTICOS	3
2.2 CORPOS HUMANOS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: ONDE ESTÁ A DIVERSIDADE?	6
3. METODOLOGIA	9
4. PROPOSTAS DE DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS ...	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25
APÊNDICES	28
APÊNDICE A - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DIGESTÓRIO, CIRCULATÓRIO E RESPIRATÓRIO	28
APÊNDICE B - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR E GENITAL MASCULINO	29
APÊNDICE C - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR E GENITAL FEMININO	30
APÊNDICE D - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR, GENITAL FEMININO E MASCULINO	31
APÊNDICE E - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR, ENDÓCRINO E ESQUELÉTICO	32

1. INTRODUÇÃO

O uso de desenhos nos processos de ensino e aprendizagem é sustentado por diversos argumentos. Por exemplo, o emprego destes recursos, que possuem um caráter extralinguístico, potencializam a aprendizagem (McTigue; Flowers, 2011). Em termos específicos, considerando o ensino de ciências, a utilização de desenhos favorece a compreensão de textos deste âmbito, ao auxiliar na comunicação, constituição e conceitualização de ideias científicas (Martins; Gouvêa; Piccinini, 2005). Além disso, a associação entre meios visuais e meios verbais torna mais eficiente o processamento mental de conceitos científicos (Cheng; Gilbert, 2015; Postigo; López-Manjón, 2018).

No que tange a desenhos de corpos humanos, foco deste trabalho, esses materiais permitem, por exemplo, a visualização de fenômenos biológicos que não podem ser observados a olho nu (Postigo; López-Manjón, 2018). Entretanto, desenhar corpos humanos para Livros Didáticos (LDs) ou outros materiais educativos destinados à Educação Básica não é uma tarefa trivial, pois estas representações requerem cuidados de diferentes ordens.

Em relação aos aspectos biológicos, cabe referir que muitos dos desenhos presentes em LDs não cumprem a relevante função de evidenciar as conexões existentes entre os sistemas dos corpos humanos (Carvalho; Clément, 2007; Carvalho; Silva; Clément, 2007) e, por muitas vezes, até confundem os estudantes em decorrência de suas más composições. Exemplificando este último ponto, a má escolha de cores para os desenhos pode afetar o processo de aprendizagem ao proporcionar um contraste inadequado para a identificação de cada um dos órgãos representados (Carvalho; Silva; Clément, 2007). Esses desafios são reforçados por dados de pesquisas realizadas com estudantes, que comprovam as dificuldades de compreensão das conexões entre os órgãos, bem como as suas funções (Clément, 2003; Teixeira, 2000).

Dada a imperativa necessidade de se reconhecer a diversidade de corpos humanos que habitam as salas de aula (Henriques *et al.*, 2007), outros problemas foram evidenciados em LDs brasileiros: (i) a baixa representação de corpos não brancos (Silvério; Motokane, 2019) e (ii) a supervalorização de aspectos biológicos dos corpos humanos, em detrimento de aspectos socioculturais (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019; Sá-Silva *et al.*, 2019).

Nesta direção, outros aspectos associados à diversidade também chamam atenção, quando pensamos quais corpos humanos estão representados nos LDs. Estes materiais, em geral, abordam de forma superficial a temática da diversidade sexual, quando a abordam (Imperator *et al.*, 2008). Por exemplo, alguns LDs focam apenas na dimensão reprodutiva

dos órgãos genitais, deixando de lado a temática da ambiguidade genital (Ribeiro *et al.*, 2016). Estes dados vão ao encontro dos achados de Pires e Silva (2018), autoras que analisaram LDs e Objetos Educacionais Digitais e afirmaram que estes recursos não contemplam as múltiplas existências possíveis fora da binaridade de gênero, assim como a mulher em momentos de destaque em suas carreiras e realizações pessoais, como em processos de produção de conhecimento.

Para além disso, quando observamos a questão da massa corpórea, os livros não abrem espaço para a diversidade de corpos. Em oito manuais de Educação Física, de quatro editoras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), foram analisadas 854 imagens, em que 79,8% dos corpos eram ectomorfos, ou seja, altos e esguios (Loro *et al.*, 2021). Com base nestes elementos, nos perguntamos: como construir desenhos didáticos de corpos humanos capazes de representar melhor as estruturas e funções biológicas, sem deixar de lado a diversidade étnico-racial, de gênero e de massa corpórea, presente na sociedade brasileira?

Provocados por essa questão, este trabalho teve como objetivo propor desenhos didáticos de corpos humanos para o uso na Educação Básica. Em termos mais específicos, também foi nosso objetivo identificar, por meio de uma pesquisa bibliográfica, os desafios didáticos para a compreensão, por estudantes da educação básica, dos corpos humanos como sistemas complexos e integrados, bem como identificar se desenhos de corpos humanos, localizados em livros didáticos de ciências da natureza, contemplam a diversidade sócio-histórica-cultural brasileira. Assim, na primeira seção do referencial teórico, abordamos a noção de corpos humanos como sistemas complexos e integrados e os desafios didáticos para a construção desta noção pelos estudantes. Na segunda seção discutimos as representações dos corpos humanos em livros de Ciências, no que diz respeito às diversidades étnico-racial, de gênero e de massa corpórea. Posteriormente, apresentamos a metodologia que guiou as etapas de construção dos desenhos. Por fim, expomos cinco propostas de desenhos didáticos de corpos humanos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CORPOS HUMANOS COMO SISTEMAS COMPLEXOS E INTEGRADOS: DESAFIOS DIDÁTICOS

Neste trabalho sustentamos a perspectiva de que os corpos humanos são sistemas complexos e integrados. Um sistema complexo, que também pode ser chamado de sistema dinâmico (Rickles; Hawe; Shiell, 2007), pode ser descrito como um conjunto de componentes integrados (Snapir *et al.*, 2017) e subdivididos em diferentes níveis de organização (Cañal, 2008; Hmelo-Silver; Marathe; Liu, 2007; Snapir *et al.*, 2017), como macroscópica (e.g.: sistemas, órgãos e tecidos) e microscópica (e.g.: células e moléculas), que interagem entre si de maneira dinâmica (Hmelo-Silver; Marathe; Liu, 2007; Santana *et al.*, 2021). Sistemas desta natureza perdem sua funcionalidade total na ausência de uma de suas partes (Clermont; Angus, 2001).

Um fenômeno fisiológico, como a regulação da temperatura, por exemplo, depende de mecanismos que ocorrem em escala macroscópica, como a circulação do sangue, e em escala microscópica, como a sensibilização de receptores celulares (termorreceptores) hipotalâmicos. Desta forma, em termos didáticos, seria um desafio trabalhar a compreensão deste fenômeno sem considerar a integração entre componentes e mecanismos dos sistemas circulatório e nervoso, em escalas micro e macroscópica (Snapir *et al.*, 2017), já que, em um sistema complexo, um nível pode interferir diretamente em outro (Cañal, 2008).

Sistemas complexos, como os corpos humanos, podem ser compreendidos por meio de duas visões, com relação à integração. Em uma óptica de integração horizontal, a complexidade é encontrada na interação entre os sistemas de órgãos (Clermont; Angus, 2001). A título de exemplo, uma insuficiência cardíaca pode culminar em uma insuficiência respiratória. A integração vertical, por outro lado, considera diferentes níveis de complexidade, cada um localizado em uma escala distinta (Clermont; Angus, 2001). Alterações genéticas, por exemplo, podem resultar no mau funcionamento de órgãos, que provoca, por consequência, respostas sistêmicas.

Todos os sistemas complexos possuem um conjunto de características. A não linearidade, por exemplo, afasta a previsibilidade (Santana *et al.*, 2021) e traduz-se, portanto, na perspectiva de que um evento pequeno, ou um grande, em determinado nível, não gerará obrigatoriamente uma resposta respectivamente pequena ou grande (Rickles; Hawe; Shiell, 2007). A incerteza também caracteriza esses sistemas e prende-se à não linearidade (Santana

et al., 2021). Outra característica é que são sistemas abertos, ou seja, sistemas complexos tendem ao não equilíbrio (Santana *et al.*, 2021). A não estabilidade dos comportamentos é uma definição dos sistemas abertos (Ricklefs; Hawe; Shiell, 2007). A auto-organização também caracteriza os sistemas complexos, já que as suas partes se auto regulam por intermédio do *feedback* interno do próprio sistema. Por fim, temos a característica emergência, que se relaciona ao surgimento de padrões, comportamentos ou propriedades imprevistas a partir da análise das partes individuais do sistema, mas que surgem da interação entre elas (Sturmberg, *et al.*, 2019).

É importante sublinhar que, embora reconheçamos este conjunto de características pertencentes aos sistemas complexos, não é objeto do presente estudo lidar com todas estas, por meio da problematização de desenhos de corpos humanos. Nossa modesta contribuição, no âmbito da dimensão biológica do ensino que defendemos, é elaborar desenhos que favoreçam, como já destacado, a compreensão de que os corpos humanos são compostos por componentes localizados em diferentes níveis de organização e que interagem entre si dinamicamente. A partir desta compreensão mais elementar sobre a complexidade dos corpos humanos, avaliamos que os estudantes poderão construir alicerces para entender o conjunto de características mencionadas. Nossas propostas de desenhos didáticos de corpos humanos, expostas na quarta seção, tornarão este nosso objetivo patente.

Neste sentido, sustentamos que a compreensão referente à complexidade de sistemas biológicos, como os corpos humanos, pode auxiliar na percepção dos estudantes do dinamismo do corpo e de como as ações do organismo podem estar relacionadas, mesmo distantes no tempo e espaço (Tripto; Ben-Zvi Assaraf; Amit, 2018). Porém, muitos são os desafios enfrentados pelos estudantes no processo de construção de visões dos corpos humanos como um conjunto de sistemas integrados.

Tais desafios parecem ter origem no início da escolarização. Em pesquisa realizada com crianças de até 10 anos, foi observado a falta de entendimento referente aos órgãos responsáveis pela absorção e distribuição dos nutrientes provenientes da digestão (Teixeira, 2000). Em alguns casos, as crianças entrevistadas afirmaram que o alimento ingerido se “acumula” nos braços e pernas, proporcionando, assim, o crescimento do corpo. Em outras respostas, a região abdominal foi idealizada como uma região vazia, apenas com a finalidade de armazenamento dos alimentos (Teixeira, 2000).

Um dos aspectos que pode estar na gênese dessa dificuldade de compreensão da relação entre os componentes dos corpos humanos, ou que contribui para o agravamento dela, é a configuração dos LDs. Por exemplo, uma análise de LDs voltados ao ensino sobre o

sistema digestório humano, nas escolas primárias portuguesas, escritos no período compreendido entre os anos de 1920 e 2005, identificou que estes supervalorizam a dimensão textual, em detrimento dos aspectos imagéticos (Carvalho; Silva; Clément, 2007). De acordo com os autores, a limitada exploração de desenhos nestes materiais dificulta a compreensão, por parte dos alunos, das relações existentes entre o referido sistema e outros que compõem os corpos humanos, como o circulatório e o urinário.

Em sentido complementar, a ideia errônea de que o tubo digestório é apenas um canal impermeável, de condução e direcionamento do alimento no sentido boca-ânus, induz os ilustradores a não representarem as estruturas que contribuem para o trânsito dos nutrientes que são absorvidos pelas camadas deste tubo, como os capilares sanguíneos do intestino delgado (Carvalho; Silva; Clément, 2007). Esta limitação foi considerada um obstáculo epistemológico (Clément, 2003) decorrente do conflito entre o saber popular, adquirido com a convivência social – nesse caso, a construção da ideia de que os tubos (tubulações de água e esgoto, mangueiras etc.) são impermeáveis – e o saber científico – nesse exemplo, a noção de permeabilidade presente em tubos que compõem o nosso organismo, como o digestório.

Outra limitação identificada nos desenhos de LDs diz respeito à representação frontal do sistema digestório, em que as estruturas anatômicas são retratadas no abdômen como blocos de encaixe montados. Este tipo de desenho permite ver apenas um aglomerado de órgãos que gera uma “confusão” visual nos estudantes (Carvalho; Clément, 2007). Ou seja, este tipo de representação não contribui para a compreensão das conexões existentes entre as estruturas que compõem o próprio sistema digestório, a exemplo da relação entre o intestino delgado (duodeno) e glândulas anexas (pâncreas e fígado), ou mesmo entre digestão e circulação sanguínea. O uso destas representações nos processos de ensino e aprendizagem resulta em outro tipo de obstáculo – obstáculo didático – decorrente das contradições entre o ensino anterior e o conhecimento científico em construção pelo estudante (Clément, 2003).

Obstáculos epistemológicos e didáticos que limitam a construção de visões mais integradas sobre os corpos humanos também foram identificados em LDs franceses. Nestes, além da escassez de desenhos capazes de evidenciar a função de absorção do sistema digestório, há a ausência de desenhos que ilustram o papel do sangue no transporte de nutrientes do intestino para o corpo – mais especificamente para o fígado – e a filtração do sangue pelos rins (Carvalho; Clément, 2007).

Por outro lado, estes autores observaram que alguns livros franceses representaram, como estamos sustentando, desenhos didáticos de corpos humanos que contemplam a integração entre os sistemas digestório e circulatório, evidenciando o processo de absorção de

nutrientes no intestino, com destaque para os capilares sanguíneos presentes nas vilosidades (Carvalho; Clément, 2007). Embora estes avanços sejam fundamentais para a compreensão da complexidade e integração dos sistemas corporais, ainda é preciso pensar que corpos humanos didáticos precisam representar a diversidade presente em nossa sociedade.

2.2 CORPOS HUMANOS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: ONDE ESTÁ A DIVERSIDADE?

Ao se tratar de desenhos didáticos, devemos pensar não só nos obstáculos referentes ao campo biológico, mas também naqueles atrelados às dimensões social e cultural. Os corpos humanos são compostos por aspectos anatômicos e fisiológicos que sofrem influência de distintos contextos sociais, culturais e históricos (Sá-Silva *et al.*, 2019). No entanto, o ensino de ciências ainda é pautado pela utilização do corpo biológico padronizado que não expõem as especificidades dos sujeitos, por isso, faz-se necessário avaliar se desenhos didáticos contemplam a nossa diversidade sócio-histórico-cultural (Moraes; Menezes; Salomão, 2014).

Em uma análise de três coleções de LDs de Biologia, Sá-Silva *et al.* (2019) categorizaram os desenhos dos corpos humanos em duas dimensões: “corpo biológico” e “corpo cultural”. A dimensão “corpo biológico” contempla aspectos como corpo estrutural/funcional, corpo saúde/doença e corpo reprodutivo, enquanto a dimensão “corpo cultural” remete aos aspectos social, de gênero, etnia e sexualidade. Segundo os autores, o “corpo biológico”, tido apenas como uma estrutura morfofisiológica, sem importância sociocultural e histórica, estava acentuadamente representado nas coleções analisadas, em detrimento do “corpo cultural”.

Em outra pesquisa realizada com dezesseis livros de Ciências, do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental, também foi percebido o descaso com o “corpo cultural” (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019). Nestes LDs, os corpos humanos são apresentados, na maioria das vezes, pelas lentes biomédicas, de forma fragmentada e sem a presença de rostos ou identidades. Em relação à ausência destes aspectos, Soares *et al.* (2018) identificaram que alguns corpos humanos, representados em LDs de ciências, possuem fisionomia padronizada e sem expressões corporais, por isso incapazes de retratar uma história, uma identidade. Tal abordagem tecno-mecanicista, impede que os escolares possam se identificar nestes corpos didáticos (Garcia; Ribeiro, 2023).

Ademais, as autoras, assim como nós, compreendem o corpo como uma forma “biossocial”, definido como uma interação entre o corpo biológico, herdado pela genética, e o

corpo social, herdado pela cultura. Por meio dos relatos narrativos obtidos em sua pesquisa, elas constataram que o corpo humano ainda é trabalhado de forma fragmentada, deixando de lado a herança cultural, que perde espaço para as funções e nomes dos órgãos e sistemas (Garcia; Ribeiro, 2023).

No que tange às questões de gênero e sexualidade, a análise de LDs de ciências evidencia que há poucas informações sobre estes aspectos, e os conteúdos presentes são pautados pelas perspectivas anatomofisiológicas de gênero e sexo. Uma abordagem alternativa sobre sexualidade poderia incluir a mulher como ser passível de prazer, buscando romper com pensamentos historicamente construídos de que a mulher é assexuada e submissa ao homem (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019). Ideologias como estas são abordadas por Ribeiro *et al.* (2016), quando as autoras discorrem a respeito de como as ideias de corpos são construídas na e pela cultura e não apenas pela sua “natureza biológica”.

Nesta linha, uma pesquisa com mais de 100 LDs distribuídos em todo o país indica que as editoras preferem não abordar algumas temáticas associadas à sexualidade e gênero, apesar de algumas trabalharem no combate ao sexismo e ao machismo (Imperatori *et al.*, 2008). Nesta pesquisa os autores identificam um ponto positivo nos livros, o incentivo ao pensamento crítico dos escolares acerca do lugar da mulher na sociedade. No entanto, foram deixadas de lado discussões sobre diversidade sexual, dando-se ênfase, apenas, à questões heteronormativas, que prende-se à reprodução, gravidez na adolescência e infecções sexualmente transmissíveis (Imperatori *et al.*, 2008)

Outrossim, em um país onde a educação é direito de todos e dever do Estado, o Brasil dispõe de normativas que regularizam a distribuição de materiais didáticos. Entre eles está o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Neste, é afirmado que as obras voltadas para a educação serão avaliadas e distribuídas gratuitamente para todo o território nacional (Brasil, 2017). Ainda assim, é assegurado que esta avaliação será coordenada pelo Ministério da Educação, com a participação de uma comissão técnica composta por especialistas de diversas áreas do conhecimento, respeitando assim as culturas, regiões e sociedades (Brasil, 2017).

No entanto, no que diz respeito à sexualidade e as diversidades de gênero, a análise de oito coleções de LDs de Biologia do nono ano, aprovadas pelo PNLD em 2012, constatou que os autores não cumpriram com as orientações contidas nos normativos (Ribeiro *et al.*, 2016). Neste trabalho, foi observado que os textos e imagens reforçam a manutenção da ideia de binaridade social, abordando ainda a questão da intersexualidade como uma anormalidade. Nesta mesma pesquisa, verificou-se também que sete manuais de Ciências da Natureza do

nono ano de escolas portuguesas de 2011/2012 também seguem pelo mesmo caminho dos LDs brasileiros. Questões de gênero também foram pautadas no trabalho de Garcia e Ribeiro (2023), quando as autoras afirmam que a influência da identidade cultural é exercida desde o momento da gravidez, onde uma das perguntas é: é menina ou menino? Portanto, o debate sobre gênero extrapola as discussões biológicas, e recai sobre o terreno das culturas, que definem o que é ser homem e/ou mulher (Garcia; Ribeiro, 2023)

Além das questões de gênero e sexualidade, a ausência de corpos negros também chama a atenção nos LDs. Esse dado é corroborado com a revisão de coleções de LDs distribuídos pelo PNLD, que concluiu que os corpos não brancos correspondem a apenas 10,2% das representações corporais nestes materiais, evidenciando uma desproporcionalidade na frequência de corpos negros e brancos (Silvério; Motokane, 2019).

Para além dos problemas de diversidade associados à sexualidade, gênero e raça, alguns LDs acabam reforçando estereótipos socialmente construídos. Quando voltados ao campo da saúde, por exemplo, os desenhos representam apenas pessoas magras, deixando, assim, subentendido que um corpo não magro é um corpo doente (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019; Sá-Silva *et al.*, 2019).

Assim, no trabalho em tela, estamos propondo a integração entre as dimensões “biológica” e “cultural”, em um movimento de construção de desenhos didáticos de corpos humanos, biossociais (Garcia; Ribeiro, 2023), destinados à Educação Básica. A perspectiva é valorizar a diversidade de corpos humanos, em seus aspectos sócio-histórico-culturais, mas sem perder de vista que estamos projetando materiais para ensinar sobre Biologia Humana.

3. METODOLOGIA

A finalidade desta pesquisa é propor desenhos didáticos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem sobre os corpos humanos, considerados em sua diversidade étnico-racial, de gênero e massa corporal, bem como enquanto sistemas complexos. Neste sentido, esta pesquisa, quanto à natureza, é do tipo aplicada, pois almeja uma atuação prática, no âmbito do ensino de Ciências, bem como o contorno de uma problemática específica (Silveira; Córdova, 2009). Em relação à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois ela guia o seu foco à compreensão da complexidade das relações humanas (Lakatos; Marconi, 2008), assim como das experiências de vida dentro das interações sociais (Gil, 2017). É característico da pesquisa qualitativa conter amostras de coletas de dados mais reduzidas que a pesquisa quantitativa, além de possuir instrumentos de coleta de dados não estruturados, sem se prender totalmente a problemas, hipóteses e variáveis prévias, bem como seus dados serem analisados em uma ótica psicossocial de seus conteúdos (Lakatos; Marconi, 2008).

No que tange à elaboração dos desenhos, além dos elementos teóricos expostos na seção anterior, foi fundamental contemplar critérios instrucionais para torná-los didáticos. A inclusão da silhueta dos corpos, para delimitar os sistemas e órgãos, o uso de linhas, para a identificação de estruturas específicas e, também, regiões do organismo não visíveis a olho nu, foram alguns dos critérios considerados, tendo-se como referência o trabalho de Postigo e López-Manjón (2018).

Estas autoras destacam que as imagens podem possuir elementos visuais e verbais. Os visuais são aqueles que compõem a própria imagem - como os supracitados: silhuetas dos corpos, as linhas e as visões ampliadas - enquanto os verbais são aqueles que fornecem auxílio para a compreensão da imagem. Em nossos desenhos mobilizamos estruturas verbais de auxílio dentro do espaço da imagem, como números associados à setas, elementos capazes de conectar órgãos destacados no desenho às suas respectivas legendas. Também utilizamos a representação de um fenômeno ou objeto por intermédio de um gênero diferente de imagem (Postigo; López-Manjón, 2019), visões ampliadas de estruturas anatômicas presentes no mesmo desenho, com a finalidade de favorecer a observação de elementos microscópicos ou o detalhamento de aspectos macroscópicos.

Para facilitar a compreensão dos corpos humanos como sistemas complexos e integrados posicionamos dentro das silhuetas elementos gráficos capazes de representar os elos entre as estruturas do corpo (Postigo; López-Manjón, 2019), ou seja, a interconexão entre órgãos e sistemas. Este recurso associa-se ao uso de visões transparentes que possibilitam a

observação de estruturas internas do corpo (Postigo; López-Manjón, 2019), como os órgãos, no interior das silhuetas.

Com a finalidade de superar as típicas representações de corpos humanos padronizados em um único plano de visão, normalmente presentes em LDs, trabalhamos com diferentes planos, como frontal e lateral. Soma-se a isso outro critério instrucional, a utilização de elementos que contextualizam o objeto do desenho através de recursos concretos ou abstratos (Postigo; López-Manjón, 2019), como os planos de fundo dos desenhos e as posições dos corpos. Outro critério estabelecido pelas autoras prende-se às características físicas dos indivíduos representados, como a fisionomia, que contemplamos por meio do cuidado com expressões faciais, cabelos e barba, por exemplo.

Para uma melhor compreensão referente à relação entre os elementos visuais e os verbais, presentes nos desenhos propostos neste trabalho, estes, juntamente com suas respectivas legendas, estão dispostos nos Apêndices deste texto. Estas legendas também trazem perguntas que podem orientar a problematização, em contextos de sala de aula, dos nossos desenhos didáticos de corpos humanos.

Com o intuito de possibilitar uma representação mais aproximada do real, no que diz respeito à disposição dos órgãos dentro dos corpos, foi incorporado aos desenhos a perspectiva de isomorfismo espacial. Tal técnica prevê que a disposição dos elementos do diagrama se assemelha ao seu referencial (Cheng; Gilbert, 2015), isto é, a relação espacial entre os órgãos dentro, dos desenhos, é equivalente à disposição real desses no corpo humano.

Assim, com base nos elementos teórico-conceituais (a perspectiva teórica de que os corpos humanos são sistemas complexos e integrados, os desafios didáticos para a compreensão desta visão pelos estudantes e a falta de diversidade de corpos identificada em livros didáticos de ciências), nos critérios instrucionais e na noção de isomorfismo espacial, partimos para a construção dos desenhos.

Esses foram iniciados em folhas de papel A3, com o uso de lápis nº 2, caneta grafite de ponta 0,7, caneta borracha e borracha escolar branca. Durante este processo, foram feitos, primeiramente, esboços para gradativamente melhorar o arranjo dos órgãos e as posições dos corpos. As visões macro e micro dos sistemas corporais foram feitas em folhas separadas. As revisões dos desenhos, quanto às formas corpóreas e estruturas macro e microscópicas internas, foram feitas ainda no papel. Após esta fase, os desenhos foram digitalizados e coloridos no aplicativo *IbisPaintX*, disponível na loja virtual *Play Store*, após o escaneamento.

Os planos de fundo dos desenhos foram feitos diretamente neste aplicativo, porém em documentos separados. Com todas as partes digitalizadas - desenhos dos corpos, desenhos das

estruturas microscópicas e planos de fundo - os desenhos foram inseridos no site *Canva*, para edições finais que consistiram na junção das partes separadas e na inserção de numerações e linhas para identificar os órgãos e as outras estruturas anatômicas.

4. PROPOSTAS DE DESENHOS DIDÁTICOS DE CORPOS HUMANOS

Como salientado, o quadro teórico apresentado nas seções anteriores possibilitou compreender alguns aspectos que deveriam ser considerados na elaboração de desenhos didáticos voltados ao ensino sobre os corpos humanos. Com base neste quadro, apresentamos desenhos de corpos humanos que visam a superação dos obstáculos à aprendizagem identificados em LDs, a exemplo da limitada representação da comunicação entre órgãos e sistemas (Carvalho; Clément, 2007; Carvalho; Silva; Clément, 2007) e da escassa diversidade de gênero, raça e massa corpórea (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019; Sá-Silva *et al.*, 2019; Soares *et al.*, 2018). Considerando estes aspectos, as descrições que faremos sobre os corpos humanos levarão em consideração duas dimensões “corpo biológico” e “corpo cultural”, tendo como base o trabalho de Sá-Silva *et al.* (2019), e compreendendo que tal separação cumpre um papel didático-descritivo, apenas.

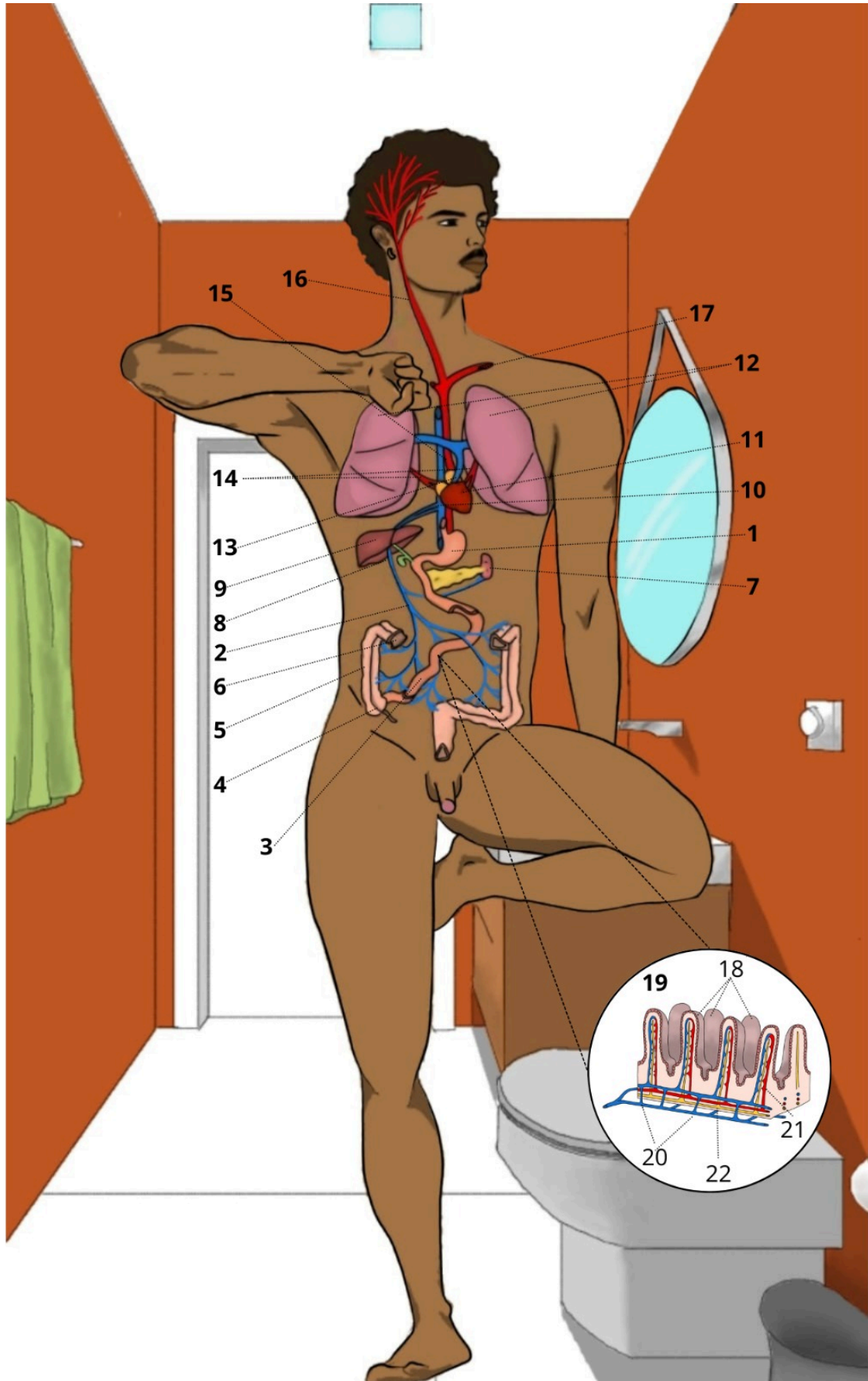
Nesses desenhos, também buscamos transpor alguns problemas ligados à representação de corpos humanos em LDs, como a falta de legenda, a disposição dos órgãos de forma avulsa, ou seja, desconectados do interior do corpo (Postigo; López-Manjón, 2018) e o mau uso de cores nos desenhos (Carvalho; Silva; Clément, 2007), característica que pode dificultar a distinção das estruturas anatômicas retratadas.

Tendo em vista a dimensão biológica dos desenhos, o sistema circulatório foi utilizado como eixo central das elaborações imagéticas. A literatura aponta que a construção de visões integradas sobre os corpos humanos perpassa pela compreensão deste sistema e das relações que ele mantém com outros (Alkhaldeh, 2012). Ademais, a aprendizagem de conceitos que envolvem a integração entre sistemas, como transporte, troca de materiais e hematose, perpassa pelo entendimento do sistema circulatório (Cheng; Gilbert, 2015).

Todos os desenhos elaborados neste trabalho possuem figuras completas de indivíduos, com planos de fundo que representam algum ambiente do cotidiano. Tal estratégia foi mobilizada por dois motivos: evitar a ideia de corpo-máquina-fragmentado e, por consequência, enfatizar que os corpos humanos estão emaranhados na cultura e sociedade em que vivem.

Dessa forma, no primeiro desenho (Figura 1), focalizamos a dimensão “corpo biológico” por meio da representação da comunicação entre os sistemas digestório, circulatório e respiratório, dando ênfase a estreita relação que os sistemas circulatório e digestório estabelecem entre si no transporte de nutrientes para todo o corpo (Carvalho; Clément, 2007; Carvalho; Silva; Clément, 2007). Esta comunicação foi ilustrada no interior de um corpo negro, elemento que traduz a dimensão “corpo cultural”.

Figura 1: Integração entre os sistemas digestório, circulatório e respiratório.



Fonte: Os autores (2024)

Dada a centralidade que atribuímos à noção de corpos humanos como sistemas complexos (Canal, 2008; Hmelo-Silver; Marathe; Liu, 2007; Snapir *et al.*, 2017), incorporamos na Figura 1, os níveis macroscópico – órgãos e sistemas visíveis no interior do corpo da pessoa – e microscópico – representado pela visão ampliada das vilosidades intestinais (região envolta por um círculo). Esse tipo de representação é fundamental dada a comunicação dinâmica entre esses níveis durante as respostas fisiológicas (Hmelo-Silver; Marathe; Liu, 2007).

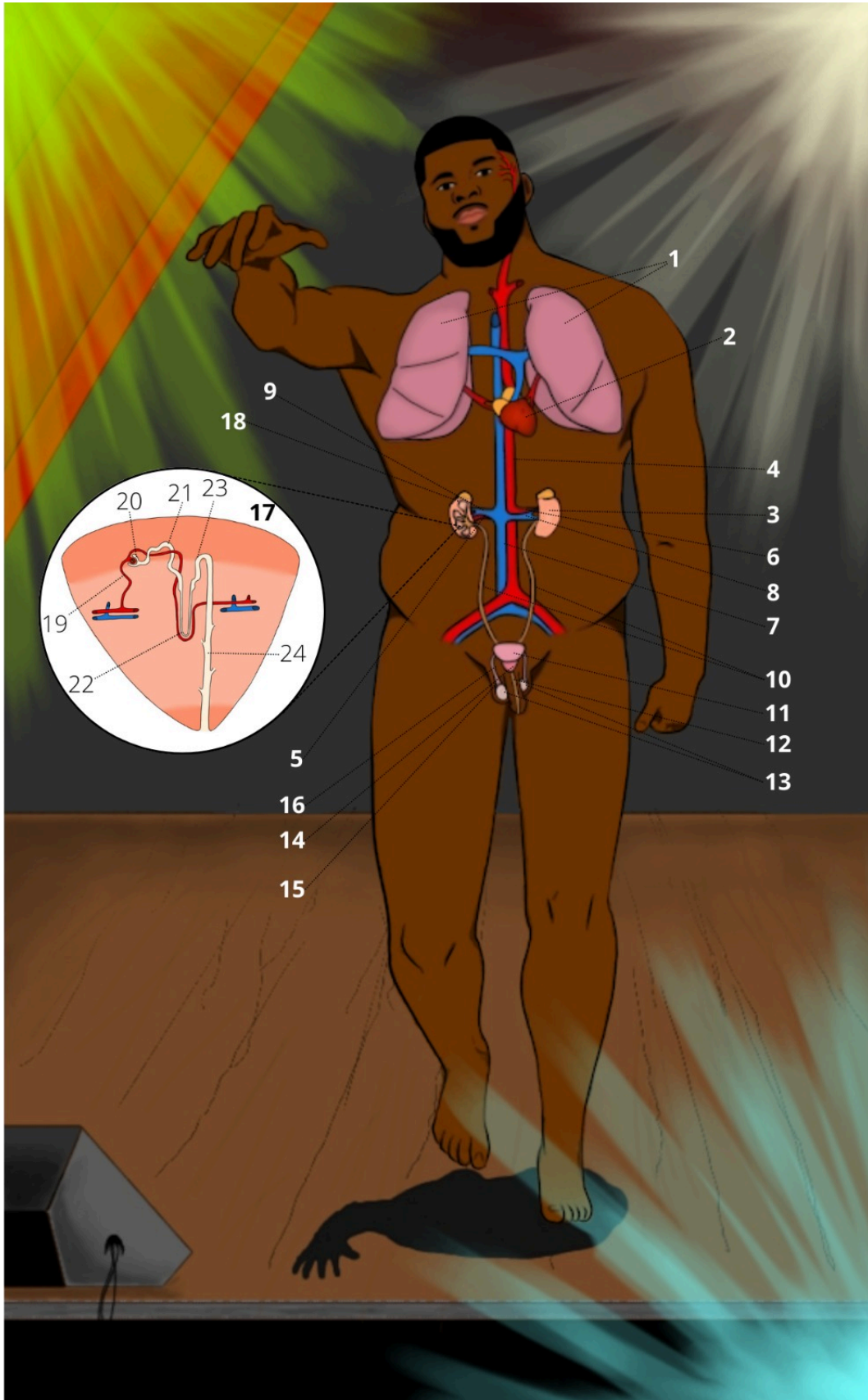
No plano macroscópico, trabalhamos com a ilustração do tubo digestório a partir do estômago (1), e demos destaque à veia mesentérica superior (2), responsável por drenar o sangue rico em nutrientes do intestino delgado (3) e da primeira metade do intestino grosso – representada pelo ceco (4), cólon ascendente (5) e cólon transverso (6) – em direção ao fígado (9), órgão que os metaboliza (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014). Em termos específicos, a veia mesentérica superior (2) drena na veia porta (8), que também recebe sangue do baço (7).

Muitos dos elementos metabolizados pelo fígado precisam ser distribuídos para todo o corpo. Dessa forma, representamos a saída dos nutrientes do fígado, via veia cava inferior (10), em direção ao coração (11) que, por sua vez, bombeia o sangue para os pulmões (12), pela artéria pulmonar (13), para ser oxigenado. Uma vez oxigenado, esse sangue retorna ao coração pelas veias pulmonares (14). Após a contração cardíaca, o sangue oxigenado e rico em nutrientes segue para a artéria aorta (15), onde será distribuído para todo o corpo por outras artérias, a exemplo da carótida comum (16) e da subclávia (17), que irrigam a parte superior do corpo (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

No plano microscópico, chamamos a atenção para as microvilosidades intestinais (18), local onde os nutrientes, provenientes da luz do intestino delgado (19), são absorvidos. Destacamos os capilares venosos (20), arteriais (21) e linfáticos (22), que compõem as microvilosidades (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

Para contemplar a diversidade de corpos humanos, ainda ausente em LDs (Silvério; Motokane, 2019), decidimos inserir nessa proposição o corpo de um homem negro. Nesta representação há características que potencializam aspectos do “corpo cultural” (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019), como uma fisionomia jovem, olhar contemplativo, cabelo *black power*, cavanhaque, brinco, postura descontraída, além de localizar este corpo em um ambiente cotidiano, um banheiro.

Figura 2: Integração entre os sistemas respiratório, circulatório, excretor e genital masculino.



Fonte: Os autores (2024)

No segundo desenho proposto (Figura 2), a dimensão “corpo biológico” foi contemplada, no plano macroscópico, por meio da ilustração da comunicação entre os sistemas circulatório, respiratório, excretor e genital. A dimensão “corpo cultural”, por outro lado, traduz-se na representação de um corpo negro, com sobrepeso.

O sistema excretor foi destacado, juntamente com o sistema circulatório, para enfatizar o processo de filtração do sangue pelos rins (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014). Com este desenho, pretende-se contribuir para a desconstrução da ideia equivocada, sustentada por muitos estudantes, de que, no processo de formação da urina, há um tubo contínuo que leva a água que bebemos diretamente para a bexiga (Carvalho; Clément, 2007; Clément, 2003).

Como a uretra masculina faz parte dos sistemas excretor e genital (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014), julgamos relevante localizar sua anatomia neste desenho, pois esta estratégia pode contribuir para que os estudantes relacionem este canal à passagem de urina e sêmen, favorecendo a compreensão dos corpos humanos como sistemas complexos e integrados.

Ainda no plano macroscópico, pretendemos ilustrar que o sangue rico em oxigênio – adquirido nos pulmões (1) – e em nutrientes, deixa o coração (2) e atinge os rins (3), por intermédio da artéria aorta abdominal (4), que se bifurca nas artérias renais direita (5) e esquerda (6). Após o processo de filtração sanguínea que ocorre nos rins, o sangue irá retornar para a veia cava inferior (7), por meio das veias renais esquerda (8) e direita (9). Com esta representação, é possível, também, ilustrar o trajeto de excreção da urina, que percorre os ureteres (10) após ser formada nos rins e chega à bexiga (11), sendo liberada pela uretra (12) (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

Partindo da ideia supracitada, do compartilhamento da uretra entre os sistemas excretor e genital masculino, integramos, nesta imagem, estruturas anatômicas que participam da constituição do sêmen, também chamado de esperma – testículos (13) e próstata (14) – e do transporte de elementos deste fluido até a uretra – epidídimo (15) e ducto deferente (16). Ressaltamos que no momento de intercurso sexual, ou de masturbação, ocorrerá o estímulo para a liberação do sêmen e, assim, os espermatozoides produzidos no testículo deixam o epidídimo e seguirão pelo ducto deferente até a uretra prostática, unindo-se aos demais elementos que compõem o sêmen, como o fluido da vesícula seminal, não representada em nosso desenho por localizar-se atrás da bexiga urinária (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

No plano microscópico, ilustrado na Figura 2, encontra-se a representação de uma pirâmide renal (17), acompanhada pelo córtex renal (18) adjacente. Nesta visão ampliada, podemos visualizar um néfron, destacado devido ao seu papel na filtração do sangue, que chega até ele via arteríola aferente (19). É possível observar as seguintes regiões do néfron

por onde passa o filtrado renal: cápsula do glomérulo (20), túbulo contorcido proximal (21), alça de Henle (22), túbulo contorcido distal (23) e ducto coletor (24) (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

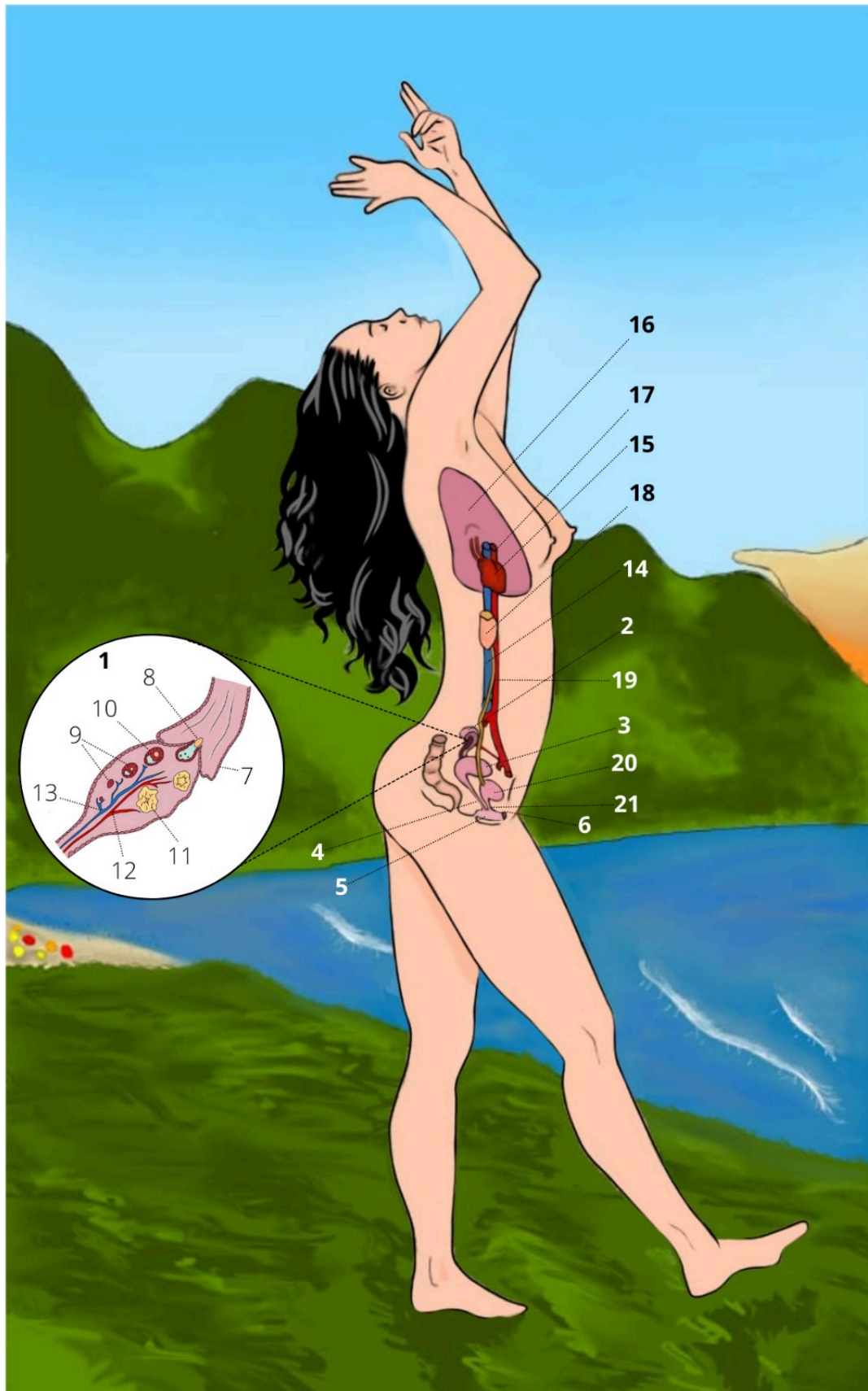
Deslocando a discussão para a dimensão “corpo cultural”, com esse desenho ilustramos a diversidade étnico-racial brasileira, por meio da representação de uma pessoa preta, e a diversidade ponderal, contemplada por uma pessoa com sobrepeso. Esta abordagem tem o intuito de confrontar a supervalorização dos corpos magros, tidos indiretamente como saudáveis (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019; Sá-Silva *et al.*, 2019). Trata-se da representação de um homem negro, na faixa dos 25 anos de idade, com barba aparada e cabelos cortados de forma moderna, em um palco de um show musical, dando a ele uma identidade, aspecto ausente em muitos desenhos dos corpos humanos em LDs. Nesta figura também tivemos o cuidado de não conceder destaque imagético, em termos de tamanho, ao pênis de uma pessoa negra, mito que ao longo da história da ciência/medicina foi utilizado para justificar uma suposta e equivocada ideia de natural hiperssexualização dos corpos negros (Saint-Aubin, 2002).

O terceiro desenho elaborado (Figura 3) refere-se a uma visão lateral de partes de alguns sistemas dos corpos humanos (dimensão “corpo biológico”), integrados em um corpo feminino, “vivo” e desinibido (dimensão “corpo cultural”), diferente dos corpos humanos padronizados, sem expressões corporais e identidades, tais quais observados por Soares *et al.* (2018) em LDs de Ciências.

Para trabalhar esse corpo humano no âmbito macroscópico, foram representados os sistemas excretor, circulatório, respiratório e reprodutor feminino, além de elementos da vulva, como o pequeno lábio (5) e a glândula do clitóris (6), fundamentais para o prazer feminino (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014). Por outro lado, no nível microscópico, foi utilizada a visão ampliada do ovário (1). Esta inserção do ovário na imagem pretende atingir dois objetivos, favorecer a compreensão do processo de ovulação – saída do oócito secundário do ovário em direção às tubas uterinas – e ilustrar parte do percurso vascular dos hormônios ovarianos (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

Nesta visão ampliada do ovário (1), pode-se perceber os folículos primordiais (9), o folículo maduro (10), o oócito secundário (8), o corpo lúteo (11), os capilares arteriais (12) – responsáveis pela entrega de sangue oxigenado e nutrientes ao ovário – e os capilares venosos (13) – que conduzem os hormônios ovarianos para a corrente sanguínea. Podemos observar também os órgãos do sistema excretor, como o rim direito (18), o ureter direito (19), a bexiga (20) e a uretra (21).

Figura 3: Integração entre os sistemas respiratório, circulatório, excretor e genital feminino.



Fonte: Os autores (2024)

Com esta figura podemos explicar, integrando os níveis micro e macroscópico, que os hormônios ovarianos (estrogênio e progesterona, por exemplo) deixam os ovários, por veias que desembocam na veia cava inferior (14), chegam ao coração (15), passam por vasos no interior dos pulmões (16), retornam por veias ao coração e são distribuídos para todo o corpo por meio da artéria aorta (17) e de suas ramificações (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

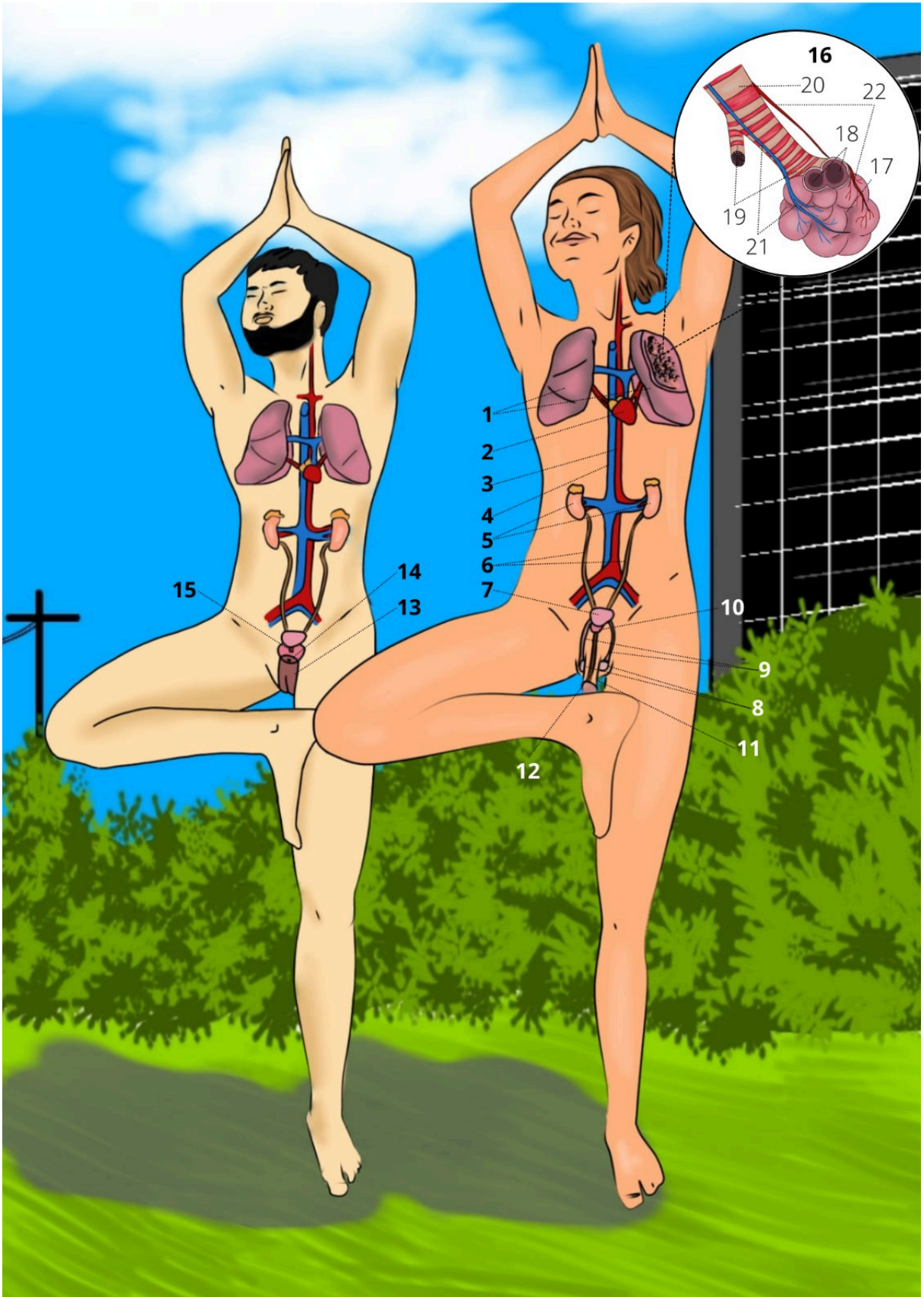
Em relação à dimensão “corpo cultural”, neste desenho há uma pessoa jovem em uma praia, com cabelos negros, cacheados, que não se encontra em posição anatômica, ou seja, em visão frontal, com postura ereta do tronco e fisionomia neutra. A representação do corpo feminino em momento de descontração, expressando sentimentos, como prazer sexual, felicidade, amor, entre outros, foi o foco de nossa abordagem, que pretende favorecer a humanização de desenhos de corpos humanos (Reis; Duarte; Sá-Silva, 2019).

Na Figura 4, um desenho composto, são representadas duas pessoas. O “corpo biológico” contempla a mesma ideia da Figura 2, onde se mostra o sistema circulatório, atrelado ao sistema excretor. No entanto, neste caso, de um homem e uma mulher transgênero, com destaque para uma visão interna de um dos pulmões, explorada na descrição da visão microscópica.

Nesta representação macroscópica, é possível observar os pulmões (1), o coração (2), a artéria aorta abdominal (3) e a veia cava inferior (4), estas últimas conectadas aos rins (5) pelas veias e artérias renais. É possível identificar também os ureteres (6) e a bexiga (7). No caso da mulher, é possível identificar os testículos (8), os ductos deferentes (9), a próstata (10), o pênis (11) e a uretra (12). Na representação do homem, é apresentado o canal vaginal (13), o colo do útero (14) e a primeira porção da uretra (15).

No campo microscópico, destacamos a porção final das vias aéreas (16), com seus alvéolos pulmonares (17). Esta estrutura é composta pelos sacos alveolares (18), ligados a ductos alveolares que se conectam aos bronquíolos (19), estruturas ramificadas dos brônquios (20). Durante o processo de inspiração, o ar atmosférico é conduzido para estes sacos alveolares. Os alvéolos, que são altamente irrigados, favorecem o processo de hematose, que é a oxigenação do sangue com o O_2 da atmosfera, em detrimento da perda de CO_2 do sangue venoso, presente nos capilares venosos (21), para o ambiente durante a expiração. Este O_2 é captado pelos capilares arteriais (22) e conduzidos novamente para o coração para ser distribuído ao corpo (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

Figura 4: Integração entre os sistemas respiratório, circulatório, excretor e genital feminino em masculino de pessoas transgênero.



Fonte: Os autores (2024)

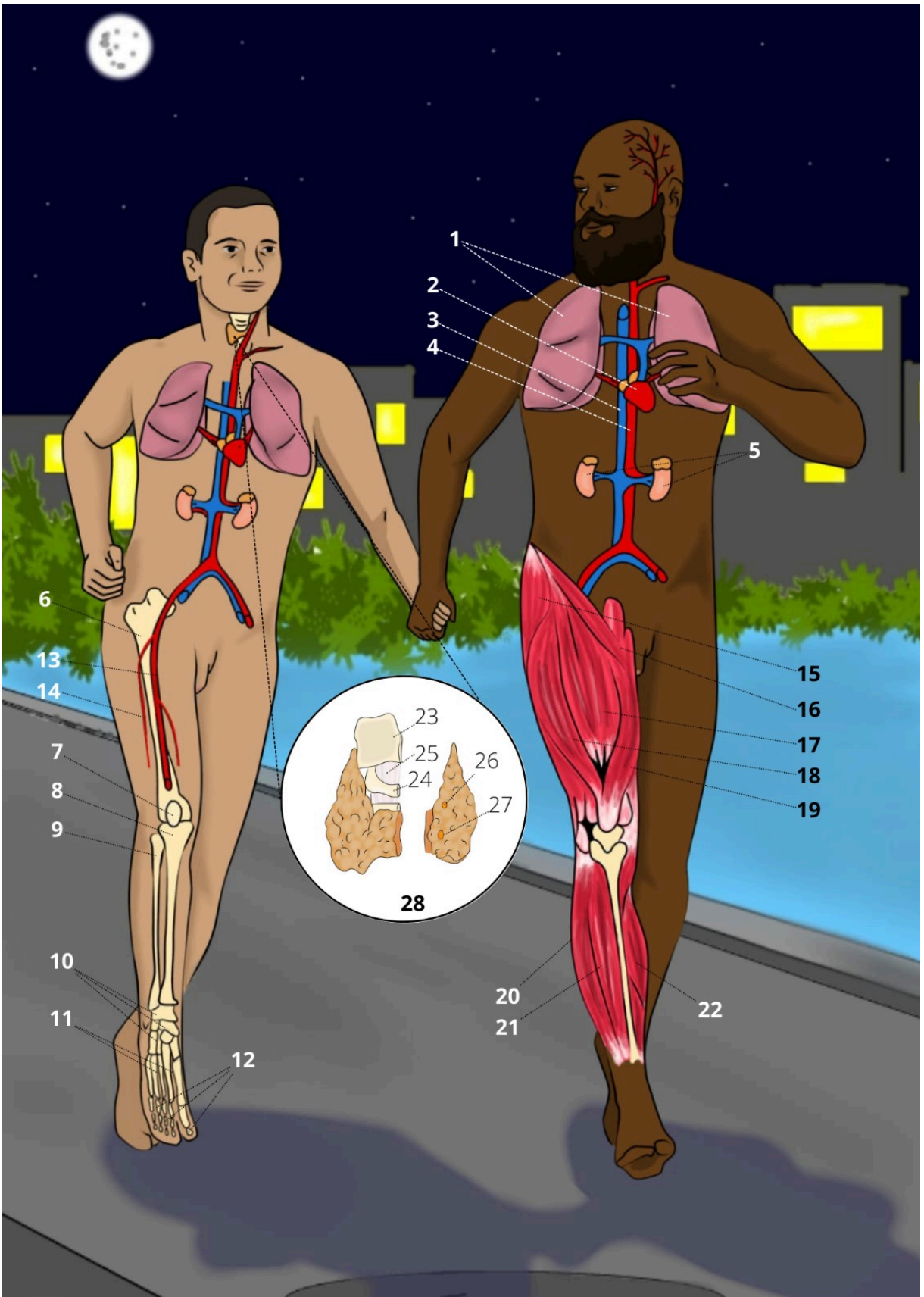
Para a discussão sobre o “corpo cultural” foram representados um homem e uma mulher transgênero praticando *yoga* em um parque. Dessa forma, as genitálias de ambos são características de um homem trans e de uma mulher trans que não passaram pela cirurgia de redesignação sexual. Visto que as questões de gênero não recebem espaço para discussão em alguns LDs (Ribeiro *et al.*, 2016; Imperatori *et al.*, 2008), a inserção destes corpos, neste desenho, pode favorecer processos de ruptura com o pensamento de binaridade social, chamando a atenção para a pluralidade de gêneros existentes na sociedade.

No quinto e último desenho (Figura 5), que também é composto, pode-se observar dois homens correndo juntos de mãos dadas, também em um parque. No campo do “corpo biológico”, na visão macroscópica, é possível observar novamente uma integração entre sistemas circulatório, respiratório e excretor. No entanto, nesta representação destacamos os músculos e ossos da perna, fornecendo, assim, um enfoque no sistema esquelético.

Na visão macroscópica, vemos novamente os pulmões (1), o coração (2), a veia cava inferior (3), a artéria abdominal (4) e os rins (5). Ademais, no homem da esquerda, podemos ver os ossos da coxa, fêmur (6), da articulação do joelho, patela (7), da perna, tibia (8), fibula (9), do pé, ossos tarsais (10), metatarsais (11) e as falanges (12), bem como as artérias femoral (13) e femoral profunda (14). No homem da direita, estão representados alguns músculos que compõe a coxa, como o músculo tensor da fáscia lata (15), o sartório (16), reto femoral (17), o vasto lateral (18) e medial (19) e a perna, fibular longo (20), tibial anterior (21) e o gastrocnêmio (22).

No campo microscópico, destacamos a glândula tireoide (28), pertencente ao sistema endócrino, onde do lado esquerdo temos a visão frontal do lobo direito e do lado direito temos a visão posterior deste mesmo lobo. Na visão anterior, fica destacado a cartilagem tireoidea (23), cricoidea (24) e o músculo cricotireoideo (25). Na visão posterior, vemos as glândulas paratireoides superior (26) e inferior (27). A escolha da glândula tireoide para compor a visão microscópica deste desenho, se baseia na sua produção dos hormônios T3 e T4 que agem em todo o corpo, bem como na relação dela com a ação que exerce nos ossos, onde o hormônio proteico produzido pelas células parafoliculares, a calcitonina, age diminuindo os níveis de Ca^{++} do sangue, o que diminui a taxa de liberação de cálcio das células ósseas e aumenta a liberação do cálcio pelos rins (Marieb; Wilhelm; Mallat, 2014).

Figura 5: Integração entre os sistemas respiratório, circulatório, excretor, endócrino e esquelético



A abordagem sobre o “corpo cultural” fica atrelada à visão de um casal homoafetivo tendo um momento de lazer. A estratégia aqui é expor uma das diversas configurações de relações interpessoais existentes na sociedade. Dessa forma, baseado no referencial teórico supracitado, sobre os resultados da pesquisa de Imperatori *et al.* (2008), buscamos chamar atenção para aspectos da diversidade sexual.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desenhos são capazes de potencializar as aprendizagens adquiridas mediante a leitura de textos científicos presentes em LDs (Cheng; Gilbert, 2015). No entanto, é preciso estar atento à forma como esses recursos didáticos são produzidos, pois formulações inadequadas podem prejudicar a aprendizagem dos estudantes (Carvalho; Silva; Clément, 2007). Tendo em consideração essas duas premissas, desenvolvemos o estudo em tela que teve como objetivo propor desenhos didáticos dos corpos humanos destinados ao uso na Educação Básica.

Para este fim, sustentamos a perspectiva teórica de que os corpos humanos são sistemas complexos e integrados em diferentes níveis de organização, que interagem entre si de maneira dinâmica. Entretanto, há muitos obstáculos, didáticos e epistemológicos, que limitam este entendimento pelos estudantes. Esses obstáculos não dizem respeito somente ao campo biológico, mas à ausência da diversidade de corpos humanos, em seus aspectos sócio-histórico-culturais, em LDs.

Para contornar esses obstáculos, propusemos cinco desenhos de corpos humanos didáticos que poderão: (i) contribuir para a formulação de LDs alinhados com as perspectivas teóricas que discutimos; (ii) ser utilizados por professores de Ciências da Educação Básica, de diferentes níveis de escolaridade, ou mesmo por docentes envolvidos na formação de professores; (iii) inspirar a elaboração de outros desenhos sobre os corpos humanos, no âmbito da pesquisa sobre educação científica.

Durante a construção, os desenhos propostos aqui não seguiram todos os critérios instrucionais descritos por Postigo e López-Manjón (2018), bem como não foram submetidos à análise, seja de especialistas na produção de desenhos didáticos e/ou de indivíduos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem sobre os corpos humanos, como discentes e docentes. Assim, futuros estudos serão desenvolvidos com a finalidade de analisar as concepções de profissionais produtores de imagens, bem como de docentes que ensinam Biologia, sobre os cinco desenhos produzidos. Estas análises poderão orientar o aprimoramento dos desenhos e o desenvolvimento de práticas pedagógicas que recorram ao uso destes materiais.

REFERÊNCIAS

- ALKHAWALDEH, Salem. Facilitating conceptual change in ninth grade students' understanding of human circulatory system concepts. **Research in Science & Technological Education**, v. 25, n. 3, p. 371-385, 2012.
- BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 137, 19 jul. 2017.
- CAÑAL, Pedro. El cuerpo humano: Una perspectiva sistémica. **Alambique**, n. 58, p. 8-22, 2008.
- CARVALHO, Graça; CLÉMENT, Pierre. Relationships Between Digestive, Circulatory, and Urinary Systems in Portuguese Primary Textbooks. **Science Education International**, v. 18, n. 1, p. 15-24, 2007.
- CARVALHO, Graça; SILVA, Rui; CLÉMENT, Pierre. Historical Analysis of Portuguese Primary School Textbooks (1920–2005) on the Topic of Digestion. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 2, p. 173–193, 2007.
- CHENG, Maurice; GILBERT, John. Students' Visualization of Diagrams Representing the Human Circulatory System: The use of spatial isomorphism and representational conventions. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 1, p. 136-161, 2015.
- CLÉMENT, Pierre. Situated conception and obstacles: the example of digestion /excretion. In: PSILLOS, Dimitris. *et al.* **Science education research in the knowledge-based society**. Dordrecht: Kluwer, 2003. p. 89-97.
- CLERMONT, Gilles; ANGUS, Derek C. Towards understanding pathophysiology in critical care: the human body as a complex system. In: **Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine 2001**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 13-22.
- GARCIA, Tainá dos Reis; RIBEIRO, Paula Regina C. Problematizações sobre o corpo biossocial a partir da exposição “Uma Aventura Pelo Corpo Humano”. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBIO**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 1012-1035, 2023.
- HENRIQUES, Ricardo; BRANDT, Maria E.; JUNQUEIRA, Rogério D.; CHAMUSCA, Adelaide (org.). **Gênero e Diversidade Sexual na Escola**: reconhecer diferenças e superar preconceitos. Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade/Ministério da Educação, 2007.
- HMELO-SILVER, Cindy; MARATHE, Surabhi; LIU, Lei. Fish Swim, Rocks Sit, and Lungs Breathe: Expert-Novice Understanding of Complex Systems. **Journal of the Learning Sciences**, v. 16, n. 3, p. 518-560, 2007.
- IMPERATORI, Thaís; LIONÇO, Tatiana; DINIZ, Debora; SANTOS, Wederson. Qual diversidade sexual dos livros didáticos brasileiros?. **Fazendo Gênero**, Florianópolis, v. 8, 2008.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Maria de A. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LORO, Alexandre P.; MOYA-MATA, Irene; VALENCIA-PERIS, Alexandra; NUNES, Meire A. L.; DEVÍS-DEVÍS, José. A Diversidade nas Imagens dos Manuais do Professor de Educação Física no Brasil. **Movimento: Revista de Educação Física da UFRGS**, Porto Alegre, v. 27, p. 1-19, 2021.

MARIEB, Elaine; WILHELM, Patricia; MALLAT, Jon. **Anatomia Humana**. 7. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. 912 p.

MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; PICCININI, Cláudia. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MCTIGUE, Erin M.; FLOWERS, Amanda C. Science visual literacy: Learners' perceptions and knowledge of diagrams. **The Reading Teacher**, v. 64, n. 8, p. 578-589, 2011.

MORAES, Alessandra Moreira Pacheco; MENEZES, Marcia; SALOMÃO, Simone Rocha. O Corpo Humano como biocultural: referências africanas para a abordagem do corpo humano nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 7, p. 173-183, 2014.

PIRES, Mayara C. de O.; SILVA, Elenita Pinheiro Q. Os (não) ditos acerca da mulher na ciência em livro didático de biologia. In: VII Seminário Corpo, Gênero e Sexualidade; III Seminário Internacional Corpo, Gênero e Sexualidade; III Luso-Brasileiro Educação em Sexualidade, Gênero, Saúde e Sustentabilidade; Resistências e Ocupações nos espaços de educação, 2018, Rio Grande-RS. **Anais eletrônicos do VII Seminário Corpo, Gênero e Sexualidade, do III Seminário Internacional Corpo, Gênero e Sexualidade e do III Luso-Brasileiro Educação em Sexualidade, Gênero, Saúde e Sustentabilidade**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2018. v. 1.

POSTIGO, Yolanda; LÓPEZ-MANJÓN, Asunción. Images in biology: are instructional criteria used in textbook image design? **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 2, p. 210-229, 2018.

REIS, Hellen; DUARTE, Marcos; SÁ-SILVA, Jackson. Os temas 'corpo humano', 'gênero' e 'sexualidade' em livros didáticos de ciências do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 223-238, 2019.

RIBEIRO, P. R. C.; MAGALHÃES, J. C.; SILVA, E. P. Q.; VILACA, T. O ensino de Biologia e suas articulações com as questões de corpos, gêneros e sexualidades. **Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza**, v.9, p.77 - 86, 2016.

RICKLES, Dean; HAWE, Penelope; SHIELL, Alan. A simple guide to chaos and complexity. **Journal of Epidemiology & Community Health**, [s. l.], v. 11, p. 933-937, 2007.

SAINT-AUBIN, A. A Grammar of Black Masculinity: A Body of Science. **The Journal of Men's Studies**, v. 10, n. 3, p. 247-270, 2002.

SANTANA, Derik F.; CAMPOS, Letícia B.; MARQUEZINI, Rhuan P.; LACIO, Marcio L.; DUARTE, Emerson R.; SCHULTZ, Carlos E.; RODRIGUES, Victor de S.; TEIXEIRA, Jonathan D. Abordagem de Sistemas Complexos Aplicados à Educação Física. *In*: PINTO, Eliz C. P.; DE FREITAS, Guilherme B. (org.). **Ciência do Esporte e Exercícios**. 1. ed. Irati: Editora Pasteur, 2021. p. 153-165.

SÁ-SILVA, Jackson; OLIVEIRA, Jucenilde; ALMEIDA, Fernando; DUARTE, Marcos. Falando do Corpo, Calando a Cultura: Discursos sobre o Corpo Humano em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade**, São Luís, v. 5, n. 1, p. 81-97, 2019.

SILVEIRA, Denise T.; CORDOVA, Fernanda P. Unidade 2 – A Pesquisa Científica. *In*: GERHURDT, Tatiane E.; SILVEIRA, Denise T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. cap. 2, p. 31-43.

SILVÉRIO, Florença; MOTOKANE, Marcelo. O corpo humano e o negro em livros didáticos de biologia. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 108, p. 26-41, 2019.

SNAPIR, Zohar; EBERBACH, Catherine; BEN-ZVI-ASSARAF, Orit; HMELO-SILVER, Hmelo-Silver; TRIPTO, Jaklin. Characterising the development of the understanding of human body systems in high-school biology students – a longitudinal study. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 15, p. 2092-2127, 2017.

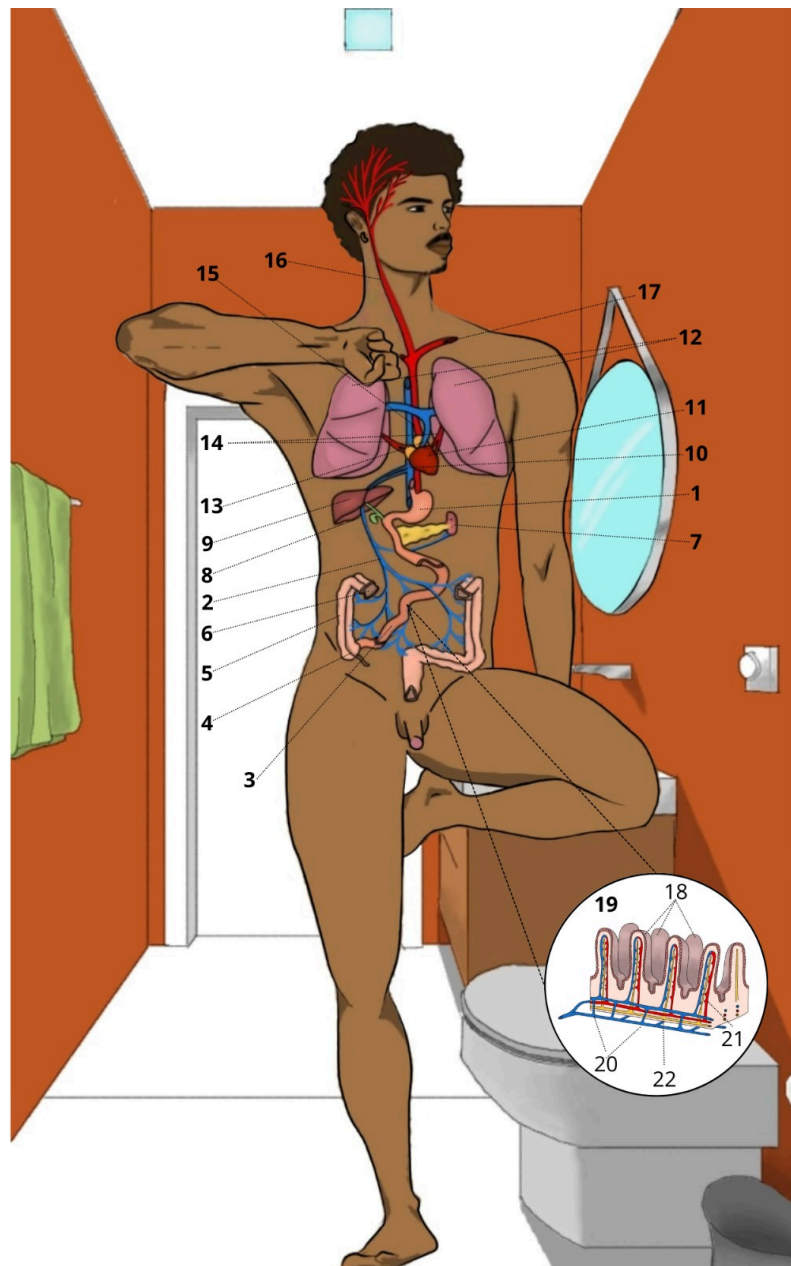
SOARES, Emerson; VIÇOSA, Cátia; PESSANO, Edward; FOLMER, Vanderlei. As representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 55-72, 2018

STURMBERG, Joachim P. *et al.* Health and disease—emergent states resulting from adaptive social and biological network interactions. **Frontiers in medicine**, v. 6, p. 59, 2019.

TEIXEIRA, Francimar M. What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 5, p. 507-520, 2000.

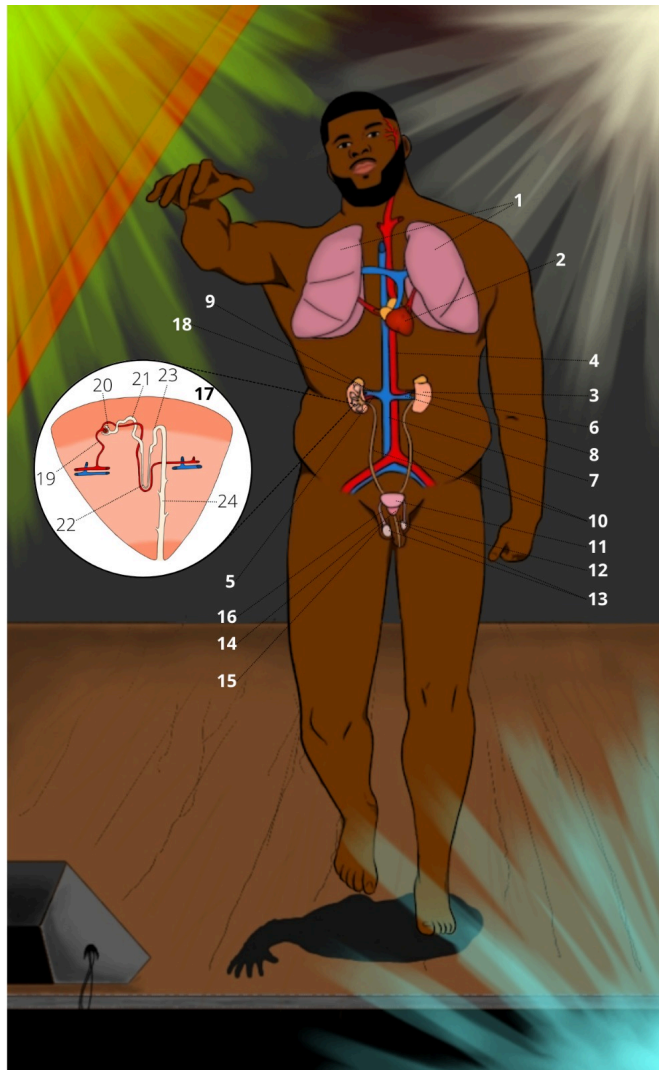
TRIPTO, Jaklin; BEN-ZVI ASSARAF, Orit; AMIT, Miriam. Recurring patterns in the development of high school biology students' system thinking over time. **Instructional Science**, v. 46, p. 639–680, 2018.

APÊNDICE A - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DIGESTÓRIO, CIRCULATÓRIO E RESPIRATÓRIO.



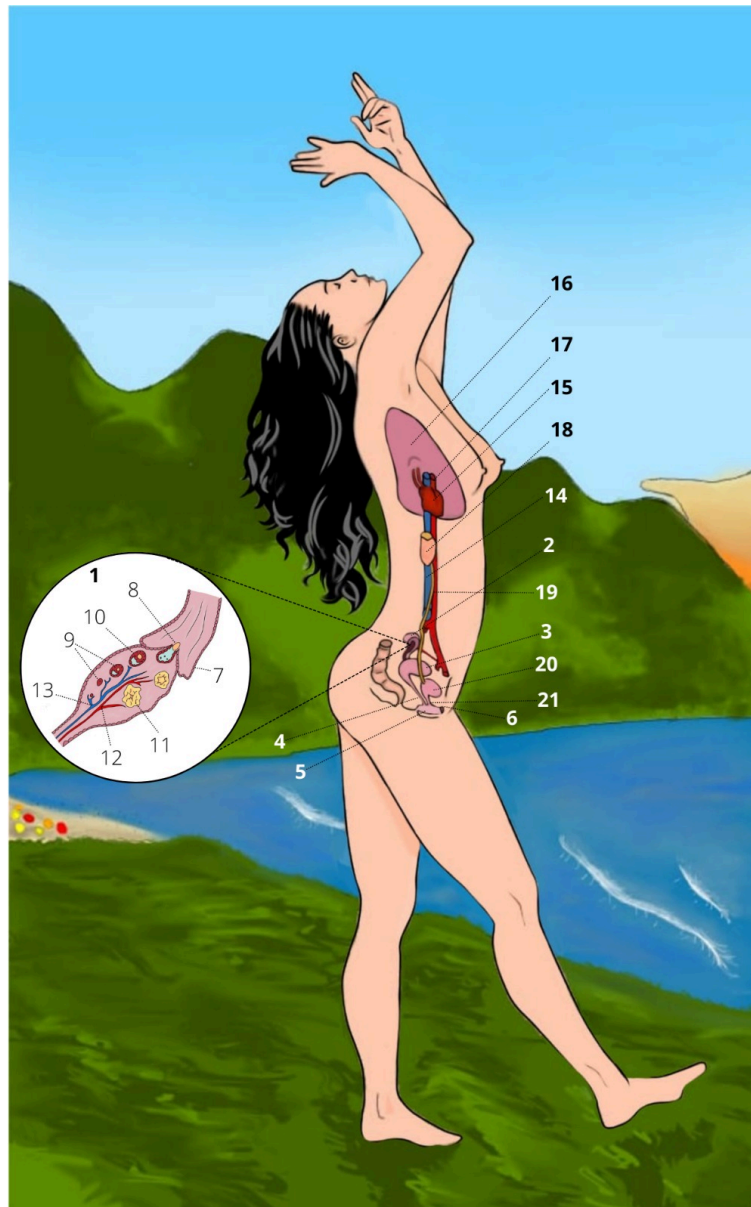
Legenda: Como ocorre a absorção e distribuição dos nutrientes pelo corpo? Aqui vemos que após passar pelo estômago (1), o alimento seguirá para o intestino delgado (3) e grosso (4, 5, 6). No intestino delgado, após absorção pelas vilosidades intestinais (19), os nutrientes penetram nos capilares venosos (20) e são levados por veias (2, 8) até o fígado (9). Esses nutrientes são metabolizados no fígado e depois levados para o coração (11) através da corrente sanguínea. No coração, este sangue, mesmo estando rico em nutrientes, precisa ser oxigenado. Logo, ele é conduzido para os pulmões (12) através de artérias (13). Uma vez oxigenado nos pulmões, ele volta ao coração através de veias (14) para finalmente ser bombeado para todo o corpo.

APÊNDICE B - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR E GENITAL MASCULINO.



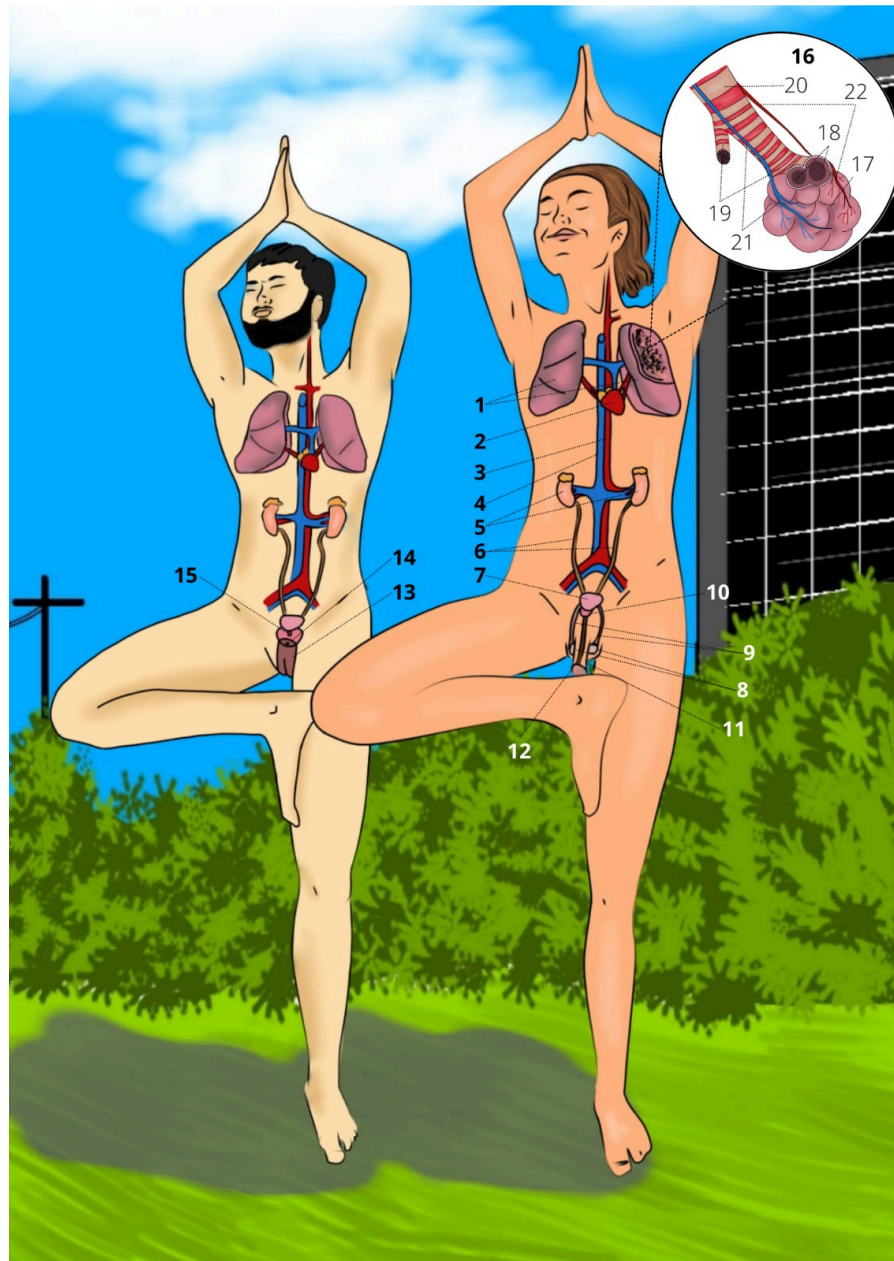
Legenda: Como o sangue é filtrado? O sangue que chega ao coração (2) precisa ser oxigenado. Logo, ele é mandado para os pulmões (1) através de artérias. Em seguida, ele retorna ao coração para, posteriormente, ser distribuído a todo o corpo. Para ser filtrado, é preciso que o sangue entre nos rins (3), órgãos localizados na região do abdômen, por meio das artérias renais direita (5) e esquerda (6). O sangue da artéria renal alcançará estruturas microscópicas dos rins denominadas de néfrons (17), onde será filtrado. Após filtração, voltará para a circulação sistêmica pelas veias renais (8, 9), que desembocam na veia cava (7), grande veia do corpo que leva sangue de volta para o coração. O resíduo da filtração, agora chamado de urina, será conduzido dos rins até a bexiga (11) por meio de ductos chamados ureteres (10). Após o armazenamento na bexiga, a urina será descartada pela uretra (12). A uretra também é responsável por conduzir os espermatozoides produzidos nos testículos (13), que seguem pelo epidídimo (15), canal deferente (16) até atingirem a uretra prostática (14).

APÊNDICE C - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATORIO, EXCRETOR E GENITAL FEMININO.



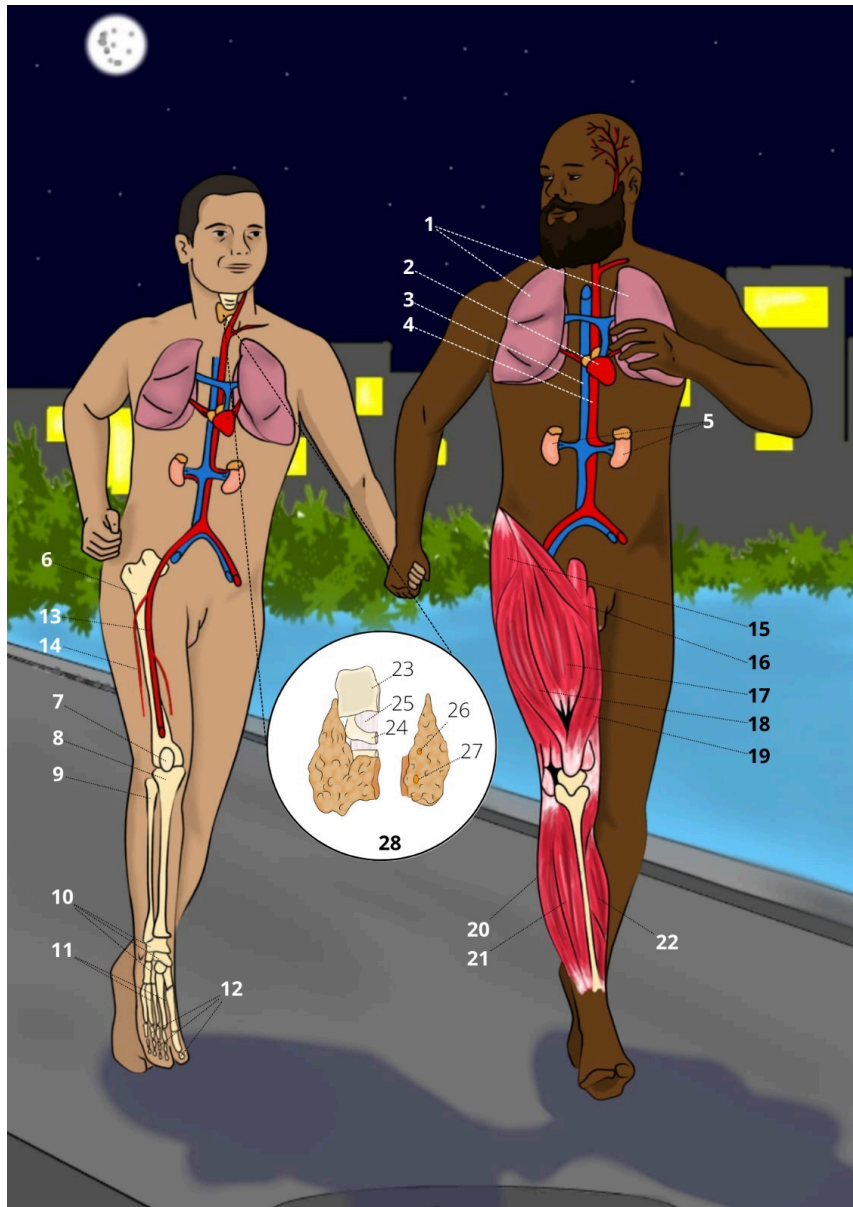
Legenda: Como ocorre a ovulação? O processo de ovulação ocorre no ovário (1), órgão que precisa de irrigação sanguínea adequada. Para atingir o ovário, com a qualidade adequada, o sangue que chega ao coração (15) precisa ser oxigenado. Logo, ele é mandado para os pulmões (16) através de artérias. Em seguida, retorna para o coração e, posteriormente, segue para todo o corpo, atingindo o ovário, por meio de arteríolas (12). No ovário, as células reprodutivas (8) amadurecem e são liberadas em uma estrutura chamada tuba uterina (2), conectada ao útero (3), local onde esta célula, caso fecundada, irá se fixar dando origem assim a um embrião. O útero, está bem atrás da bexiga (20), sendo que esta recebe a urina, proveniente da filtração do sangue pelos rins (18), via ureteres (19). Da bexiga urina será excretada do corpo por meio da uretra (22).

APÊNDICE D - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR, GENITAL FEMININO E MASCULINO.



Legenda: Como o oxigênio captado pelos pulmões chega ao corpo? No interior dos pulmões (1) temos um conjunto de estruturas microscópicas (16), entre elas os alvéolos pulmonares (18) que levam oxigênio para os vasos sanguíneos, denominados capilares pulmonares (22). Este sangue oxigenado retorna ao coração (2) e é bombeado para todo o corpo e, por uma artéria (3), chega aos rins (5), onde será filtrado. O sangue filtrado, mas rico em gás carbônico, retorna ao coração através da veia cava (4). Os resíduos da filtração renal, agora chamados de urina, seguirão pelos ureteres (6) até a bexiga (7) e depois serão descartados via uretra (15). No caso da mulher transgênero, a uretra também é responsável por conduzir o sêmen após sair dos testículos (8), canal deferente (9) e próstata (10).

APÊNDICE E - INTEGRAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS RESPIRATÓRIO, CIRCULATÓRIO, EXCRETOR, ENDÓCRINO E ESQUELÉTICO.



Legenda: Como os hormônios presentes no sangue chegam aos ossos? Alguns hormônios, como a calcitonina, o T3 e o T4, produzidos pelas glândulas tireoides (28), são liberados na corrente sanguínea e vão atingir o coração (2) e, em seguida, os pulmões (1). Após o sangue oxigenado retornar dos pulmões para o coração, este órgão irá bombeá-lo para todo o corpo, com a presença dos referidos hormônios. Por exemplo, para que o sangue chegue, com estes hormônios, no osso fêmur (6), localizado na coxa, ele será transportado pela artéria aorta abdominal (4), depois pela artéria femoral (13) e suas ramificações (14) até atingir as regiões ósseas. O sangue da artéria aorta abdominal (4), também atingirá os rins (5) para ser filtrado. Os resíduos serão excretados e o sangue filtrado retorna para o coração através da veia cava (3).