

TECNOLOGIAS DIGITAIS E INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE FISIOLOGIA HUMANA

Luciana de Lima¹
Maria Ariane Cardoso da Rocha²
Robson Carlos Loureiro³

RESUMO

O objetivo é analisar como as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) contribuem para a compreensão de estudantes do Ensino Médio de escola pública sobre Fisiologia Humana, a partir de aulas interdisciplinares de Biologia e Educação Física. Diante do problema da fragmentação dos conhecimentos e da aplicação de metodologias expositivas no processo de ensino do conteúdo de Fisiologia Humana, desenvolveu-se a pesquisa qualitativa exploratória, com a participação de 17 estudantes, durante os meses de agosto a outubro de 2019. A pesquisa se subdividiu em três fases: planejamento, coleta e análise de dados. As coletas foram realizadas a partir de questionário avaliativo, produção de vídeo caracterizando um Material Autoral Digital Educacional (Made) e aplicação de questionário *a posteriori*. A análise de dados foi realizada de forma interpretativa, com ênfase em dois focos: estabelecimento de relações entre os conceitos de pressão arterial e fisiologia do exercício, e facilidades e dificuldades no estabelecimento entre essas relações. O trabalho demonstrou a presença de acréscimos conceituais dos estudantes: compreensão do sistema circulatório humano, papel da pressão arterial no organismo e atuação de hormônios nas respostas aos estímulos externos. A construção do próprio saber demonstrou ser um importante caminho para tornar a aprendizagem mais significativa do ponto de vista ausubeliano.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; interdisciplinaridade; fisiologia humana; Materiais Autorais Digitais Educacionais.

DIGITAL TECHNOLOGIES AND INTERDISCIPLINARITY IN THE TEACHING OF HUMAN PHYSIOLOGY

ABSTRACT

The objective is to analyze how Information and Communication Digital Technologies (ICDT) contribute to the understanding of public high school students about Human Physiology from interdisciplinary Biology and Physical Education classes. Faced with the problem of fragmentation of knowledge and the application of expository methodologies in the teaching process of Human Physiology content, exploratory qualitative research was developed, with the participation of seventeen students, from August to October 2019. The research subdivided into three phases: planning, data collection, and analysis. The collections were made from an evaluative questionnaire, video production featuring Educational Digital Authorial Material (EDAM), application of a posteriori questionnaire. Data analysis was performed in an interpretative manner with an emphasis on two focuses: the establishment of relationships between the concepts of blood pressure and exercise physiology; facilities and difficulties in establishing these relationships. The study demonstrated the presence of conceptual additions by students: understanding of the human circulatory system, the role of blood pressure in the body, and the role of hormones in responses to external stimuli. The construction of knowledge itself proved to be an important way to make learning more meaningful.

Keywords: Digital technologies; interdisciplinarity; human physiology; Educational Digital Authorial Material.

Submetido em: 13/5/2020

Aceito em: 16/7/2020

¹ Autora correspondente: Universidade Federal do Ceará – UFC. Av. da Universidade, 2853 – Benfica, Fortaleza/CE, Brasil, CEP 60020-181. <http://lattes.cnpq.br/2967595851995266>. <http://orcid.org/0000-0002-5838-8736>. luciana@virtual.ufc.br

² Universidade Federal do Ceará – UFC. <http://lattes.cnpq.br/2960416384815654>. <https://orcid.org/0000-0001-8233-5207>

³ Universidade Federal do Ceará – UFC. <http://lattes.cnpq.br/0813145478267268>. <http://orcid.org/0000-0001-7701-3799>

INTRODUÇÃO

Como princípio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), a organização curricular deve firmar sua base naquilo que cada área pode contribuir para a formação de estudantes aptos a integrar seus conhecimentos, a fim de solucionar problemas do cotidiano e perceber o mundo social. Desde as primeiras tentativas de organização educacional no Brasil, o ensino regular tratou o conhecimento de forma fragmentada e individualista. Tal situação seria explicada em razão da tentativa de facilitar o aprofundamento dos conhecimentos, visto que um único ser humano não seria capaz de dominar uma totalidade de assuntos em uma infinidade de temas existentes, mesmo considerando apenas o conhecimento atual da humanidade (GERHARD; ROCHA FILHO, 2016).

Esse problema se torna mais agravante no ensino de disciplinas científicas, onde há maior necessidade de induzir os estudantes a perceberem os elos entre o que é abordado nos diferentes conteúdos ao que existe no seu próprio cotidiano (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006). A escola foi montando, acidentalmente, uma estrutura de disciplinas que pouco considera os conhecimentos dos estudantes, não os incentivando para o estudo nem para a pesquisa autônoma, conforme afirmado por Santomé (1998) ainda no século 20. Não existiria o primordial estímulo à atividade crítica e à curiosidade intelectual.

O ensino de Ciências, ao se inserir nesse contexto, parece não suprir seus objetivos, pois está resumido apenas a uma transmissão de conhecimentos descontextualizados. A falta de conversa entre as disciplinas que poderiam compartilhar o mesmo tema afeta a aprendizagem dos estudantes, e, mesmo que muitos conceitos sejam trabalhados repetitivamente durante a Educação Básica, ainda é possível perceber que as ideias por estes apresentadas são equivocadas sob o ponto de vista da Ciência (RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013).

Como tentativa de reintegração dos conhecimentos analisados em sala de aula, traz-se a ideia da interdisciplinaridade retratada por Japiassu (1976), diante da necessidade de se estabelecer trocas conceituais entre especialistas de diferentes disciplinas por meio do compartilhamento de conhecimentos e de discussões conjuntas. A interdisciplinaridade foi, então, destacada essencialmente num trabalho em comum, almejando um resultado de interação das disciplinas científicas, de seus conceitos e diretrizes, de suas metodologias, de seus procedimentos, de seus dados e da maneira como acontece a organização de seu ensino (FAZENDA, 2011).

O estudo do funcionamento do corpo humano – a fisiologia humana –, compreendido como essencial conteúdo na vida de jovens estudantes, arrasta consigo a dificuldade que estes apresentam em transportar os conceitos estudados ao que acontece com o seu próprio corpo. A contextualização e a materialização das ideias abordadas em aula são, na maioria das vezes, objetivos distantes quando se trata de estudar Fisiologia, principalmente quando se avalia o fato de que professores raramente recorrem a métodos alternativos de ensino e aprendizagem, preferindo, na maioria das vezes, por formas tradicionais de ensino (LIMA; MOREIRA; CASTRO, 2014). O trabalho interdisciplinar pode promover, portanto, uma conexão entre diferentes áreas

que possibilitam o estudo mais contextualizado e holístico vinculado ao conteúdo de Fisiologia Humana.

Para os autores Lima, Moreira e Castro (2014) são, pelo menos, 11 os métodos alternativos mais utilizados e conhecidos no ensino de Fisiologia Humana:

mapas conceituais, modelos representacionais, experimentos práticos feitos em casa, realização de plantões virtuais com monitores, formação de grupos de estudo, ciclo de palestras, jogo didático, entrevistas com professores, construção de um software, sistema tutorial hiperídia, seminários didáticos (p. 508-509).

Em pelo menos metade deles o uso de tecnologias digitais pode estar presente. De modo geral, isto acontece pelo fato de que a educação tende a se modificar e a se desenvolver junto à sociedade, posto que estão sempre nascendo novos hábitos, costumes e necessidades na aprendizagem dos estudantes (PONTES, 2016).

Agindo como benefício, é válido ressaltar que o uso das tecnologias digitais na aprendizagem não atua de forma independente e isolada. As tentativas de junção de ferramentas, métodos e processos de aprendizagem são realizadas desde a década de 1970, agindo como formas de se potencializar as buscas pelos objetivos em sala de aula (PAPERT, 2008). Dessa forma, a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) passa a ser auxiliadora nas diferentes formas de se construir o conhecimento nas escolas. Tal desempenho das TDICs pode ser explicado por conta da sua flexível aplicação diante de diferentes disciplinas, comportando-se como um canal de comunicação, de processamento ou fontes de informações e de organização (GRAELLS, 2012).

É importante ressaltar também que, como avaliado por Pontes (2016), o uso das tecnologias digitais não é, muitas vezes, uma mera alternativa à disposição do professor. Em determinadas modalidades de ensino, acaba sanando uma necessidade física por meio de aparelhos tecnológicos e programas adequados, tornando-se relevante na escola. No estudo de Fisiologia Humana, seria dificultoso a compreensão de determinadas funções do organismo sem a presença de tecnologias digitais, por exemplo, programas que armazenam informações e as transformam em gráficos que demonstram mínimas variações em escala geral, mas que já são suficientes para alterar a compreensão sobre o metabolismo dos indivíduos.

Como meio de aproximar a realidade do corpo ao cotidiano dos estudos em sala, as tecnologias digitais também podem cumprir importantes papéis: organizar informações, criar modelos digitais de processos comuns no funcionamento humano ou, até mesmo, a aplicação de consulta *on-line* sobre os conteúdos abordados. Outra forma de se utilizar da tecnologização para o auxílio na aprendizagem é a criação de um Material Autoral Digital Educacional (Made), definido como todo e qualquer material educacional desenvolvido por um aprendiz, mediante a utilização de um equipamento digital conectado ou não à internet, com as etapas de criação, planejamento, execução e avaliação realizadas pelo próprio estudante (LIMA; LOUREIRO, 2019).

A partir da problemática apresentada, pergunta-se: Como o uso e o desenvolvimento das tecnologias digitais possibilitam a compreensão dos estudantes sobre Fisiologia Humana em uma proposta de docência interdisciplinar? Apresenta-se como

objetivo analisar como as TDICs contribuem para a compreensão de estudantes do Ensino Médio de escola pública sobre Fisiologia Humana, a partir de aulas interdisciplinares de Biologia e Educação Física, criando um elo que conecte o que é abordado em sala de aula com a realidade dos estudantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Na Educação Básica, o estudo de Fisiologia Humana é estabelecido a partir dos principais assuntos considerados relevantes para o estudante. Definida como o estudo do funcionamento do corpo humano (SILVERTHORN, 2017), a Fisiologia Humana não apenas se faz necessária na elucidação de diferentes aspectos corporais do estudante, mas, também, por auxiliar na compreensão de questões a respeito de sua saúde.

Usualmente, no Ensino Médio, a Fisiologia Humana é tratada em sala de aula após a aplicação dos conteúdos relacionados ao Reino Animal. Analisando os livros didáticos do ensino básico, ainda é seguida a mesma ordem de nomeação dos táxons, e o grupo dos mamíferos (ao qual pertencem os humanos) é o último a ser estudado, por conta da escala evolucionária, o que nos permite afirmar, portanto, que o estudo do corpo humano é um dos últimos assuntos a serem abordados durante o período letivo. A forma como o conteúdo é trabalhado não é a que melhor garantiria a maximização do saber (COSTA; PANSERA-DE-ARAÚJO; BIANCHI, 2017).

Aliando-se a uma ausência de comunicação entre os conteúdos, o estudo de Fisiologia Humana se torna ainda mais dificultoso quando são tratados assuntos mais específicos dentro da esfera fisiológica humana. Com a divisão em sistemas – circulatório, endócrino, muscular, reprodutivo, digestivo e em muitos outros –, a aprendizagem desses temas pode se tornar uma tarefa ainda mais longínqua para o estudante, especialmente quando os conteúdos são tratados com uma necessidade de visualização para ultrapassar a compreensão conceitual, como, por exemplo, o sistema circulatório (LIMA; MOREIRA; CASTRO, 2014).

Esse sistema, também denominado de cardiovascular, formado pelo coração e vasos sanguíneos, é responsável pelo transporte de nutrientes e oxigênio para as diversas partes do corpo (SILVERTHORN, 2017). Esta é uma definição que se torna simples perante a complexidade de assuntos que podem ser abordados durante as aulas, ainda mais quando se sabe que tais conteúdos são, na maioria dos casos, abordados de forma predominantemente verbal, distante e desinteressante ao estudante (COSTA; PANSERA-DE-ARAÚJO; BIANCHI, 2017).

Para que se compreenda o funcionamento do corpo, é necessário o entendimento aprofundado das rotas metabólicas que dirigem as minúsculas alterações que, em conjunto, movem a vida. É chamado de metabolismo o conjunto de reações químicas que ocorrem nas células, permitindo-lhes que se mantenham vivas, que cresçam e que se dividam. Classicamente, divide-se o metabolismo em catabolismo e anabolismo, processos pelos quais ocorre a obtenção e a utilização da energia, respectivamente (NELSON; COX, 2008).

Para remediar uma das principais problemáticas envolvidas na aprendizagem do tema fisiológico sistema circulatório, muitos profissionais tentaram abordar o assunto

por meio de processos distintos em sala de aula: aulas expositivas, exercício e prática, trabalhos em grupo, pesquisa e discussão, dentre outros. Sabendo-se que tal conteúdo está relacionado intimamente com mais de uma disciplina, assim como seus aspectos de estudo abrangem inúmeras áreas, educadores começaram a optar pela estratégia interdisciplinar de se restabelecer a conexão entre as matérias, para facilitar e efetivar o conhecimento. A interdisciplinaridade, então, atuaria como ferramenta para conectar os conhecimentos e, assim, modificar a maneira de ensinar e de aprender (OLIVEIRA; SANTOS, 2017).

Foi no final da década de 60 do século 20 que a interdisciplinaridade começou a fixar suas raízes em solos brasileiros. O tema começou a ser debatido entre inúmeros profissionais da época, e autores como Hilton Japiassu e Ivani Catarina Arantes Fazenda, por exemplo, começaram a abordar a interdisciplinaridade como um meio de se contornar algumas problemáticas que assolavam a educação da época. Para estes autores, a interdisciplinaridade não atuaria como uma ciência ou nova disciplina a ser adicionada ao currículo estudantil, mas como possibilidade de diálogo entre as diferentes disciplinas e seus conceitos, sem descartar ou minimizar os conhecimentos produzidos em cada ciência. Seria uma proposta de integração dos diferentes conhecimentos, para dar sentido aos conceitos científicos (OLIVEIRA; SANTOS, 2017).

É possível conceber que a necessidade de integrar as disciplinas escolares e de contextualizar os conteúdos tornou-se consenso entre docentes e pesquisadores em educação (AUGUSTO; CALDEIRA, 2016). A Fisiologia Humana, ao abordar conteúdos como as múltiplas funções mecânicas, físicas e bioquímicas no corpo, assim como a saúde, também pode ser trabalhada durante as aulas de Educação Física, por conter em seu currículo o estudo do funcionamento humano, parte que interessa a ambas as disciplinas. É importante destacar que mediar o ensino de Fisiologia Humana com a interdisciplinaridade é possível porque a Educação Física apresenta uma influência das ciências chamadas biomédicas (MENDES, 2002). A compreensão do corpo como uma máquina ainda continua a perdurar nessa disciplina, sofrendo influências da medicina do esporte. Assim, a Biologia e a Educação Física compõem o estudo sobre o corpo humano a partir de suas mediações próprias, mas compartilhando diversos pontos semelhantes.

Por outro lado, com o advento da sociedade cibercultural, o uso e o desenvolvimento das TDICs têm se tornado corriqueiros para as pessoas em geral e, gradativamente, tem adentrado no âmbito escolar (ALMEIDA; SILVA, 2011). Tratando-se da compreensão do corpo, a construção de alguns saberes sobre a estrutura e o funcionamento do organismo humano com a utilização das TDICs permite que os estudantes possam entender fenômenos complexos por meio da visualização, manipulação e construção de soluções para problemas e desafios apresentados pela Ciência, além de auxiliar na manutenção da sua própria saúde. Para que isso ocorra, existe uma necessidade de que os docentes concebam as tecnologias como interfaces pedagógicas facilitadoras, capazes de proporcionar a construção do conhecimento no processo de ensino e de aprendizagem (PONTES, 2016).

O uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem tem se tornado cada vez mais comum nos âmbitos pedagógicos da Educação Básica ao Ensino Superior

(OLIVEIRA; DIAS JÚNIOR, 2012). Em 2012, a empresa britânica *Sparkol* lançou o *software* denominado *VideoScribe*, para criar animações de quadro branco automaticamente. O *VideoScribe* é desenvolvido no *Adobe Flash* e produz filmes com a ideia de *QuickTime*, ou seja, a partir de uma estrutura multimídia extensível, desenvolvida pela empresa *Apple*, capaz de lidar com vários formatos de vídeo digital, imagem, som, imagens panorâmicas, interatividade e vídeos em *Flash*. A ideia desse software se baseia, para ambientes escolares, em um *kit* de ferramentas educacional visual que pode auxiliar os estudantes a aprender e a criar por meio de vídeos, facilitando a explicação e dando vida a conceitos complexos, dentro dos contextos exigidos.

Em sala de aula, a utilização do *software VideoScribe* pode ser efetivada em aulas cujas elucidações de conceitos necessitem sair dos limites orais. Em Fisiologia Humana, um dos momentos mais importantes para este conteúdo acontece nas aulas que explicam o funcionamento dos diversos sistemas humanos. Aprender sobre o sistema circulatório, por exemplo, não deveria se limitar apenas à conceituação simples pelo professor, mas, sim, dar-se a partir da ideia de que o estudante seja seu próprio sujeito de aprendizagem, e que parta deste o ponto inicial de ressignificar o mundo, ou seja, de construir e estabelecer as explicações guiadas pelo conhecimento científico, como referendado pelos próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998).

É nesse sentido que foi pensado o conceito de Materiais Autorais Digitais Educacionais (Mades), os quais podem ser utilizados em aulas de diversos conteúdos, para que os próprios estudantes criem seus materiais digitais e aprendam novos conceitos e procedimentos, aliando aquilo que já sabem ao novo que devem apreender. Em pesquisa realizada por Lima e Loureiro (2019), com o intuito de analisar como os licenciandos transformam sua compreensão sobre docência a partir do desenvolvimento de Mades, os autores destacam:

compreende-se um Material Autoral Digital Educacional (MADE) como sendo todo e qualquer material educacional desenvolvido por um aprendiz utilizando um equipamento digital conectado ou não à internet com criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação desenvolvidos pelo próprio aprendiz individualmente ou em grupo como processo ou produto de ensino, aprendizagem e avaliação. Dessa forma, o desenvolvimento de MADEs está vinculado à utilização de recursos disponíveis na internet bem como os recursos disponíveis em softwares residentes em computadores utilizados *off-line* para que o professor possa construir materiais educacionais de forma interdisciplinar com outros professores ou com os estudantes a fim de que solucionem desafios que lhe são apresentados de forma contextualizada. (LIMA; LOUREIRO, 2019, p. 63).

A oportunidade de modificar as iniciativas pedagógicas em sala são evidentes, como apontado no estudo de Serres e Basso (2009), ao demonstrarem trabalhos utilizando diários virtuais desenvolvidos pelos próprios estudantes da disciplina de Matemática. Os autores constataram a diferença de como a informação era discutida. O auxílio não funcionou como uma via única, mas como uma troca de informações entre estudante e professor, de maneira a identificar as maiores dificuldades dos estudantes, o que facilitou no redirecionamento pedagógico do docente. Estímulos com atividades em equipe, colaboração e desenvolvimento de meios estratégicos também fizeram parte do trabalho, o que ajudou na conquista da autonomia estudantil.

No ensino de Biologia, em assuntos relacionados ao corpo humano, a utilização de Mades poderia se tornar uma iniciativa relevante. Compreender o corpo a partir da construção de um material que elucide os processos fisiológicos pelo próprio estudante, agiria como ponte que une os conceitos aprendidos e a própria realidade. Ouvir e compreender a ideia a partir de uma criação se tornaria útil para demonstrar as diferenças de personalidade de cada estudante, o que traçaria um caminho entre as formas pedagógicas para o estímulo da curiosidade sobre o seu próprio funcionamento.

METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa exploratória. Este tipo de pesquisa tem como objetivo principal proporcionar maior intimidade do pesquisador com o problema, tornando-o mais explícito para a construção de hipóteses (GIL, 2008). Neste sentido, a familiarização com a investigação é imprescindível para que os objetivos possam ser elaborados com maior compreensão e precisão. Apresenta a vantagem de escolha de suas técnicas mais adequadas para o trabalho, apontando sobre as questões que mais precisam da ênfase de uma investigação detalhada e com o alerta ao pesquisador sobre potenciais dificuldades, sensibilidades e áreas de resistência (GIL, 2008).

Caracterização dos sujeitos da pesquisa e seu contexto

A pesquisa foi realizada com uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino. Com 25 estudantes matriculados, apenas 17 participaram da coleta, sendo subdivididos em três grupos, compostos por 5 a 6 integrantes cada. A idade dos estudantes variou entre 16 e 19 anos, onde mais de 50% dos presentes apresentava 17 anos. Aproximadamente 70% dos estudantes residiam com seus pais, sendo que todos os que foram avaliados mantinham mais de duas pessoas morando consigo. Quanto ao acesso à internet, mais de 90% da turma afirmou utilizá-la majormente em suas residências, e um pouco mais de 20% acrescentou a escola como local de maior uso. Mais de 40% da turma considerou de extrema importância o uso das mídias digitais para o estudo, o que é confirmado pelo fato de que mais de 60% da turma alegou utilizar a internet como meio de realizar trabalhos da escola.

Quanto ao perfil físico, os dados demonstraram ação contrária às recomendações de saúde (PALMA, 2009). Enquanto mais de 45% da turma se considerou sedentária em quase todas as atividades físicas da escola, menos de 12% dos estudantes afirmaram que costumam ir ao médico para avaliação das condições físicas. Tal fato também eleva a atenção para hábitos familiares, visto que mais de 80% da turma mantém um histórico familiar de problemas relacionados à circulação. O estímulo das atividades físicas na escola também foi apontado como relevante, todavia, menos de 10% dos estudantes afirmaram que encontraram dificuldades na realização das atividades, causadas pela estrutura ou pela forma de aula dos professores.

Os grupos de estudantes foram submetidos a atividades divididas entre aulas práticas e teóricas, compartilhando de ambientes distintos da instituição pública de ensino. A escola encontra-se na zona urbana, com seu entorno composto por blocos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Ceará, atendendo estudantes do Ensino Fundamental II e Médio, cujas aulas ocorrem nos turnos da manhã e da

tarde. Em relação ao uso das TDICs, a escola conta com um aparato básico na sala de informática, em que cerca de 15 computadores com acesso à internet estão dispostos em uma sala. A estrutura conta, ainda, com a presença de um projetor conectado a um *notebook*, com seu uso compartilhado pelos professores da instituição. As aulas na sala de informática mantêm uma frequência distinta nas disciplinas do ano letivo, sendo que as aulas de Biologia acontecem com a utilização da sala, no mínimo, 1 vez por mês.

Etapas da pesquisa

A pesquisa se subdivide em três fases: planejamento, coleta e análise de dados. Na primeira fase foi realizada uma breve reunião com as professoras de Educação Física e de Biologia, para a elucidação dos métodos e sobre os conteúdos analisados nas aulas. Os assuntos abordados deveriam estar relacionados ao tema Fisiologia Humana, com foco no sistema circulatório, com o desenvolvimento dos métodos para as aulas práticas, além da preparação dos instrumentos e dos equipamentos necessários à coleta de dados.

Na segunda fase, ocorreu a coleta de dados, no período de 30/8/2019 a 18/10/2019, durante as aulas interdisciplinares de Educação Física e Biologia. As aulas aconteceram presencialmente, uma vez por semana. Durante os outros dias, os estudantes foram orientados por meio de redes sociais e plataformas *on-line* a respeito das atividades necessárias.

A coleta de dados se subdividiu em três etapas: a etapa 1 se referiu à aplicação de questionário avaliativo a respeito dos assuntos a serem abordados; a etapa 2 tratou do desenvolvimento do *Made*; a etapa 3 aventou a reaplicação das questões da etapa 1, onde foram discutidos os principais pontos teóricos e práticos de todo o desenvolvimento do projeto.

Na primeira etapa da coleta de dados, que envolveu a aplicação de questionário avaliativo, para a captação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Fisiologia Humana, cada estudante percorreu, com suas palavras, em sala de aula, sobre duas situações práticas que envolviam o assunto.

Na segunda etapa, os estudantes iniciaram o desenvolvimento do *Made*, a partir da confecção do roteiro, onde os conceitos sobre Fisiologia Humana foram trazidos em sala de aula por meio de discussões que envolviam a fisiologia do exercício e a pressão arterial e suas relações. Além disso, houve a explicação de como seria realizado o uso do *software* de edição de vídeo. Cada equipe ficou responsável pela produção de uma parte do material, onde os conhecimentos do tema sistema circulatório seriam produzidos pelos próprios estudantes com base nas aulas realizadas. A divisão das tarefas pelo grupo também foi coordenada em sala de aula, onde os estudantes tiveram a liberdade de escolher a forma como se daria a produção do material.

A produção do *Made*, por meio de acompanhamento das professoras, para facilitar o uso do *software*, foi realizada na sala de informática, inicialmente, e em casa, pelos estudantes, posteriormente. Cada grupo ficou responsável pela produção de uma das etapas que formaria o material final. O tema do *Made* era Fisiologia Humana, direcionado ao conteúdo de Sistema Cardiovascular. A partir de pesquisas e das

dúvidas dos próprios estudantes, um vídeo curto foi produzido com o uso do *software VideoScribe*, onde elementos visuais foram acrescentados e modificados a partir do direcionamento das equipes.

Na terceira etapa, foi reaplicado o questionário avaliativo sobre o tema Fisiologia Humana, preenchido inicialmente, para que os estudantes descrevessem com suas próprias palavras duas situações práticas que envolveram esse assunto. Dessa forma, foi possível comparar os resultados obtidos na terceira etapa com aqueles obtidos na primeira etapa, investigando quais conceitos se transformaram no processo. Sendo assim, os instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa são três: questionário avaliativo sobre Fisiologia Humana, roteiro do Made e questionário avaliativo sobre Fisiologia Humana *a posteriori*.

Na terceira fase, a análise de dados foi realizada por meio da comparação dos resultados obtidos com a aplicação dos três instrumentos de coleta de dados, ou seja, os resultados alcançados com a aplicação do questionário na primeira etapa foram comparados aos resultados do roteiro do Made e, posteriormente, aos resultados do questionário *a posteriori*. De forma interpretativa, são investigadas duas categorias de análise: estabelecimento de relações entre os conceitos de pressão arterial e fisiologia do exercício, e facilidades e dificuldades no estabelecimento entre essas relações. Os dados foram agrupados em três conjuntos de informações, que remetem aos seguintes aspectos: conhecimentos prévios dos estudantes, conhecimentos durante a construção do Made e conhecimentos *a posteriori* dos estudantes. Os resultados obtidos foram descritos, interpretados e discutidos junto ao referencial teórico utilizado como base na pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos durante as coletas realizadas na escola, foi possível traçar linhas de informações, as quais foram utilizadas nas discussões. Cada estudante foi analisado individualmente, com a denominação de A1 até A17, quando apresentados isoladamente, e de G1 até G3, quando tratados por grupo.

Conhecimentos Prévios dos Estudantes

A coleta de dados sobre os conhecimentos prévios dos estudantes ocorreu em 6 de setembro de 2019, dentro de sala de aula, com a presença dos 17 estudantes. Duas questões abertas, relacionadas ao tema de Fisiologia Humana, envolvendo situações que interagem com os conteúdos relativos ao sistema cardiovascular, foram submetidas individualmente, com a atribuição de um tempo de 15 minutos para que as respondessem, por escrito, com seus conhecimentos prévios, sem a ajuda de pesquisas externas.

O questionário avaliativo contou com duas questões que abordavam situações práticas do cotidiano dos estudantes:

- a. Questão 1 – Um médico avaliou um paciente e constatou que este sofria de hipertensão – situação na qual os níveis de pressão arterial se encontram acima do normal. Além dos remédios prescritos, o profissional recomendou ao

homem uma série de exercícios físicos a serem praticados com regularidade. Curioso, o homem questionou o porquê da recomendação, posto que este sabia que a pressão arterial era elevada depois da prática de algum tipo de atividade física. O que você explicaria ao paciente?

- b. Questão 2 – Em um dia de prova, um estudante acorda atrasado e se desespera com a situação. Era a última prova do ano, e se ele a perdesse, não teria a chance de recuperá-la depois. Apressado, ele pega todas as suas coisas, coloca na mochila e sai correndo em direção à escola, que ficava há aproximadamente seis quarteirões de sua casa. No colégio, ele se surpreende pela rapidez com que chegou, visto que não costumava ser um estudante tão rápido nos jogos da escola. Qual poderia ser o motivo que fez com que ele conseguisse correr tão rapidamente e fora do seu habitual?

As respostas denotaram que diferentes propostas seguiam linhas de raciocínio bastante semelhantes, com 16 estudantes relacionando a primeira situação elaborada ao ganho de resistência cardíaca. Como tentativa de simplificar as respostas, os estudantes empregaram mudanças em parâmetros fisiológicos à prática de atividade física, sendo relacionados apenas à resistência humana de aguentar maiores cargas sem que haja um aumento da frequência cardíaca.

Foi possível analisar a compreensão do problema, a causa e a solução atribuídos rapidamente à ideia de exercício físico. Os estudantes sabiam os resultados da prática de se exercitar, mas não compreendiam as reais mudanças no sistema, como apontado pelo aluno A2, que respondeu que “Uma atividade física faz com que o paciente se acostume com o ritmo cardíaco, assim o paciente melhoraria da doença”, demonstrando a percepção somente dos resultados e não dos meios.

Quanto ao segundo problema, as respostas se tornaram ainda mais “elaboradas”, em razão da complexidade da questão. Cerca de treze estudantes trataram a problemática com as mesmas soluções da primeira situação – uma atividade física, mesmo que demonstrada na questão como sendo apenas momentânea. Dois estudantes trouxeram a importância da capacidade de suportar as cargas de uma corrida de alto impacto e velocidade: “O coração sente que uma carga maior é dada naquele momento da corrida, o que faz com que ele bombeie mais sangue, o que aumenta a pressão, dando mais velocidade ao garoto” (A1); e, “O coração atende as necessidades da corrida aumentando a quantidade de batimentos, o que faz com que o corpo corra mais rápido” (A6). Para estes estudantes, as mudanças fisiológicas acontecem de forma imediata no corpo humano, e nomes utilizados comumente nas aulas de Biologia, como “adaptação do corpo” (A2) foram utilizados em quase todas as respostas.

Outros dois estudantes responderam as questões levando em consideração outro sistema humano além do cardiovascular. Ainda que vagamente, expuseram em suas respostas termos relacionados aos hormônios, e optaram por não avaliar a problemática visualizando a ideia de uma mudança permanente na fisiologia do garoto da questão. Foram empregados “Liberação de substâncias pelo cérebro” (A3) e “Respostas ao estímulo” (A4), como tentativa de explicar as rápidas mudanças ocorridas na situação. Mesmo com a correta utilização dos termos para tentar elucidar o que havia acontecido,

os estudantes não foram claros ao explicar quais alterações fisiológicas ocorreram na situação descrita.

Avaliando-se as respostas dos estudantes, alguns padrões foram inferidos sobre as relações estabelecidas entre os conceitos já aprendidos com as situações práticas. Como num quebra-cabeça, os conceitos trazidos por cada um dos estudantes formam uma grande peça final, que traz a resposta para aquela dada situação. A problemática dessa compreensão é, justamente, a ideia de que cada peça traga consigo apenas a ordem conceitual dentro da Fisiologia Humana, e que o estudo do funcionamento seja compreendido apenas pela soma dessas partes. As rotas metabólicas, que possuem as reais respostas, são ignoradas no processo de aprendizagem, e a junção dos termos, por fim, não se torna capaz de elucidar o que ocorre, de fato, no corpo.

A ideia de se aprender por diminutas partes ao longo da vida escolar se depara em dificuldades conceituais e procedimentais. Citadas na maioria das respostas dos estudantes nesta pesquisa, alterações cardíacas são apontadas como as principais causas dos resultados das questões. Nenhum dos estudantes, todavia, demonstrou em qual parte do sistema a mudança foi realizada, mesmo que já houvessem estudado os conteúdos que poderiam elucidar tais conceitos. Como apontado por Villani (1999), os princípios gerais do funcionamento dos organismos são primordiais no estudo mais amplo da Fisiologia. Os estudantes, inicialmente, conseguem aprender sobre o papel das células no sistema, mas não conseguem distinguir que são nelas as alterações que modificam os resultados.

Quando se especifica ainda mais os conteúdos dentro do sistema circulatório, é possível compreender as tentativas de conexão entre os termos aprendidos nas outras aulas. Para um estudante, a pressão arterial e o aumento dos batimentos cardíacos participam juntos das alterações fisiológicas nos indivíduos da questão, mas na explicação o estudante somente cita os dois termos sem nenhuma conexão. Tal situação foge do princípio de que a aprendizagem nos ramos da Fisiologia Humana deve ser a base não apenas para a compreensão das partes que estruturam o corpo humano, mas, também, para correlacioná-las às suas funções (TORTORA; GRABOWSKI; WERNECK, 2002).

Os resultados obtidos a partir das respostas apresentadas pelos estudantes demonstraram que as maiores dificuldades encontradas em estabelecer as relações de conceitos às situações da atividade é a materialização da problemática da fragmentação dos conhecimentos (GERHARD; ROCHA FILHO, 2016). Alguns termos relacionados ao sistema circulatório humano foram empregados, como tentativa de explicar as situações elaboradas, no entanto, o que se pode avaliar é a dificuldade de conexão entre os termos aprendidos e a funcionalidade em todo o sistema. Saber de um componente isolado que se relacione à Fisiologia Humana foi característica de todas as 17 respostas avaliadas, porém, uma quase totalidade de estudantes empregou os termos biológicos às situações de forma arbitrária, sem nexos e sem a compreensão real dos fatores. Isso demonstrou, mais uma vez, que a fragmentação do saber impulsiona os estudantes a se limitarem apenas na fixação de conceitos vagos, obscuros a partir da aplicação de um problema real.

É possível demonstrar que fragmentar e isolar o conhecimento não apenas tornam mais difíceis as etapas da aprendizagem, mas, igualmente, trazem problemas para a apresentação de certos pontos positivos que os estudantes apresentam nos momentos de ensino e aprendizagem. Como destacado pelo estudante A5, na fala que diz: “A realização de atividade física regular proporciona mudanças no corpo devido a habituação dele aos esforços feitos”, é possível identificar uma tentativa de assimilar as funções do corpo e suas mudanças com a atividade física. A dificuldade se encontra na elucidação dos processos, mas é notório que os estudantes encontram facilidade de iniciar uma montagem dos processos fisiológicos humanos, por conta dos seus conhecimentos prévios (VILLANI, 1999), o que poderia ser levado em consideração quando o conhecimento é construído em sala de aula.

A partir das respostas dos estudantes, é possível compreender que os conhecimentos adquiridos anteriormente nas aulas relacionadas à Fisiologia Humana ainda estão vinculados a conceitos de forma superficial, sem conexão com sua aplicabilidade em situações do cotidiano. Os saberes prévios estudantis trazem ainda ideias prematuras a respeito do funcionamento do próprio corpo, com uma compreensão simplista e relacionada apenas aos resultados de possíveis alterações. Rotas metabólicas e causas de mudanças ainda não estão bem elucidadas para estes estudantes, para que consigam compreender as etapas que situações possíveis do cotidiano possam trazer para o seu próprio corpo.

Conhecimentos adquiridos durante a construção do Made

Entre o período que os estudantes responderam as duas perguntas iniciais e o desenvolvimento do Made, eles participaram de aulas interdisciplinares, teóricas e práticas, com a presença das professoras de Biologia e de Educação Física, tratando sobre Fisiologia Humana, Fisiologia do Exercício, Sistema Circulatório e Pressão Arterial, vinculando-os aos diferentes contextos da vida cotidiana. Esse momento auxiliou na construção do conhecimento e na captura de informações básicas para a construção do Material Autoral Digital Educacional pelos estudantes, sendo possível investigar quais conceitos e rotas metabólicas os estudantes traçaram para tratar da Fisiologia Humana.⁴

A elaboração desse material foi dividida em dois momentos. O primeiro ocorreu em 20/9/2019, com o desenvolvimento de um roteiro padronizado. Cada grupo completou o que era requisitado para o planejamento do Made, estando a cargo dos estudantes a definição dos diferentes aspectos que formariam cada parte do material final. No mesmo dia, além do acompanhamento da formação do roteiro, eles foram instruídos sobre o uso do *software* onde o material seria formatado, para facilitar a interação de cada estudante com a tecnologia digital utilizada.

Após a definição dos tópicos do roteiro, os estudantes, divididos em seus respectivos grupos, foram instruídos a aplicá-los no desenvolvimento de um Made único da turma, entre os dias 27/9/2019 e 11/10/2019, com o acompanhamento semanal do andamento dos projetos, com a intenção de identificar os diferentes pontos

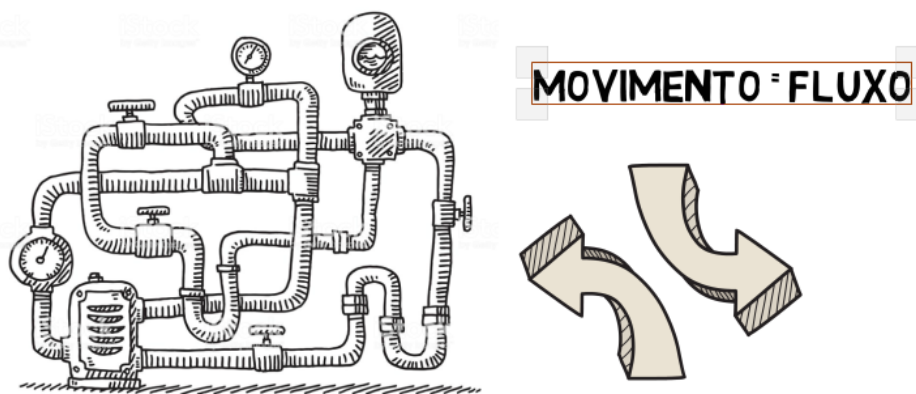
⁴ O Made final está disponível no endereço <http://encurtador.com.br/noprL>.

de sua construção. Cada grupo se responsabilizou pela construção de uma das partes de um vídeo, com o auxílio do *software VideoScribe*, no qual os estudantes montaram diferentes explicações e trouxeram novos conhecimentos adquiridos a respeito do conteúdo Fisiologia Humana, com ênfase nas alterações corporais estudadas em Fisiologia do Exercício.

Na primeira parte do vídeo, o G1 tratou de elucidar questões gerais a respeito do Sistema Circulatório Humano, com a abordagem sobre seus conceitos e principais aspectos em relação à atividade funcional dos organismos. O G2, em seguida, construiu ideias mais voltadas à Fisiologia do Exercício, lidando com situações nas quais as alterações no corpo humano eram observadas e explicadas com o auxílio dos conteúdos estudados nas aulas anteriores. O G3 realizou o fechamento do vídeo, trazendo informações sobre a Pressão Arterial e suas implicações na saúde do corpo. Durante a montagem dos vídeos, todos os grupos trocavam informações *on-line*, por meio de redes sociais ou de plataforma de edição colaborativa, como o *Google Drive*, garantindo o contato sobre os conhecimentos abordados em cada parte do vídeo.

Avaliando-se o material final, diversas características puderam se tornar evidentes. O G1, encarregado de trazer a compreensão geral na abertura dos assuntos no vídeo, fez diferentes analogias sobre o Sistema Circulatório, estabelecendo comparações alternativas dentro do trabalho (Figura 1). A forma mais lúdica e dinâmica das explicações deu ao material elaborado aspectos das personalidades dos estudantes, assim como ultrapassou os limites da formalidade no momento da aprendizagem, demonstrado no uso de imagens e termos originais, e, com maior leveza de compreensão, os valores individuais do trabalho que estava sendo realizado.

Figura 1 – Comparação do Sistema Circulatório Humano a um complexo de encanamentos



Fonte: Elaborada pelo Grupo 1 (2019).

O vídeo foi iniciado com a abordagem da ideia de que os órgãos formam os sistemas do corpo, totalizando 11 sistemas diferentes. Foi ressaltado que o Sistema Circulatório Humano é um sistema importante, por conectar todos os outros sistemas por meio de suas funções, que são vinculadas ao transporte de oxigênio e nutrientes pela corrente sanguínea. É relevante ressaltar que, para explicar o funcionamento do Sistema Circulatório, os alunos utilizaram uma analogia com o sistema de encanamentos de água e esgoto de uma cidade (Figura 1).

Mostraram, também, que o Sistema Circulatório é formado por órgãos como o coração, aquele que impulsiona o sangue e os vasos sanguíneos, local por onde o sangue transita. Ressaltaram a importância desse sistema, com a apresentação dos batimentos cardíacos que ditam a passagem do sangue pelos vasos do corpo e da pressão arterial, exercida pelo sangue sobre as paredes desses vasos.

Para o G2, a maior parte do vídeo foi formada de exemplos que traziam a introdução do assunto, mediados por explicações. Assim como o G1, foram utilizadas alternativas que se diferenciavam das elucidações dos conteúdos que eram aprendidos em aula. Este momento do material foi composto, sobretudo, de aspectos cômicos, adicionados pelos próprios estudantes, que, abordando o assunto de maneira divertida, oportunizaram conceitos e aplicações práticas de situações do cotidiano (Figura 2).

Figura 2 – Introdução ao tema de Fisiologia do Exercício, com a abordagem de situações práticas



Fonte: Elaborada pelo Grupo 2 (2019).

Sendo assim, o G2 fez uma conexão entre o Sistema Circulatório Humano com os Exercícios Físicos, destacando que em determinadas condições, como o estresse pessoal, um susto e exercícios físicos, ocorre a aceleração dos batimentos cardíacos, provocando uma alteração na pressão arterial. Classificaram o exercício físico como uma ação do corpo que envolve a prática de esportes, de dança e de situações rotineiras que requerem gasto de energia corporal. Destacaram que o sangue, neste caso, apresenta uma função especial, não somente a de levar nutrientes para o corpo, mas também hormônios – substâncias químicas que servem como sinalizadores celulares –, e que a liberação hormonal acontece a partir de uma resposta do corpo, vinculada a um aumento de velocidade, maior percepção ambiental ou maior capacidade de suportar grandes cargas.

Explicaram, ainda, que em situações relacionadas aos exercícios físicos, como uma corrida, o corpo percebe, pelos sinalizadores do sangue, quando há a necessidade de maior utilização de nutrientes e hormônios, o que provoca no corpo alterações importantes, como a dilatação dos vasos sanguíneos, provocando o aumento do volume de sangue, atendendo às necessárias modificações solicitadas pelo corpo, em uma relação direta entre estímulo e resposta.

Para o G3, responsável pela parte final do vídeo, foram explicitadas diferentes alternativas que carregavam ligeiramente um teor divertido no material. No decorrer do trabalho, os estudantes optaram por acrescentar assuntos mais relacionados ao tema

da saúde, resultando em aspectos voltados ao bem-estar das pessoas que se correlacionassem com a Pressão Arterial. Dentre as três equipes formadas, esta foi a que mais se utilizou de dados estatísticos para formar uma relação entre os conteúdos estudados aos atributos físicos da população (Figura 3).

Figura 3 – Frequência de ataques cardíacos em população abaixo dos 60 anos



Fonte: Elaborada pelo Grupo 3 (2019).

Os estudantes deste grupo destacaram uma relação direta entre Pressão Arterial e a saúde do corpo, classificando as doenças do Sistema Circulatório como aquelas que mais matam as pessoas no mundo, utilizando por base dados estatísticos da Organização Mundial de Saúde (OMS). Com isso, identificaram a necessidade de conhecer e estudar o Sistema Circulatório, sobretudo o coração, para a necessária tomada de consciência sobre a importância do cuidado da saúde em relação ao estresse, à má alimentação e à falta de atividade física, elementos classificados pelos estudantes como os principais causadores das doenças cardiovasculares.

Com a aplicação das questões na etapa 1 da pesquisa, constatou-se que os estudantes compreendiam que, no desenvolvimento de exercícios físicos, ocorre ganho de resistência cardíaca por meio do aumento de sua frequência, caracterizando esse fenômeno como a principal causa das mudanças fisiológicas do corpo humano. Sendo assim, acercavam-se de percepções vinculadas apenas aos resultados obtidos com o exercício físico, e não com os meios. Não conseguiram, portanto, explicar as alterações fisiológicas que ocorrem no corpo, nem em qual parte do Sistema Circulatório Humano essas mudanças acontecem, apresentando ideias prematuras sobre o funcionamento do corpo humano, com as rotas metabólicas e as causas das mudanças sem explicitação.

Com o desenvolvimento do Made, diante de pesquisas e preparação do roteiro para a criação de um vídeo conjunto, os estudantes conseguiram sanar alguns dos problemas apresentados inicialmente, vinculados aos fenômenos da Fisiologia Humana no contexto do exercício físico. Primeiramente, conseguiram reconhecer as diferenças entre órgãos e sistemas, bem como suas inter-relações. Ao identificar os elementos que fazem parte do Sistema Circulatório Humano, destacaram aqueles que fazem parte do processo, como oxigênio, nutrientes e hormônios, bem como os órgãos que participam deste, como o coração e os vasos sanguíneos. Aproximaram-se, dessa forma, da definição trazida por Silverthorn (2017), ao tratar o Sistema Circulatório como aquele responsável pelo transporte desses nutrientes para as diversas partes do corpo humano.

O sangue foi destacado como o principal veículo de comunicação, interferindo nos batimentos cardíacos e na pressão arterial. Os estudantes estabeleceram uma conexão entre o Sistema Circulatório Humano e os exercícios físicos, vinculando todos os meios que fazem parte do processo de comunicação entre o corpo e seus elementos, mostrando detalhadamente como são compreendidas as rotas metabólicas e o funcionamento de cada elemento para nutrir o corpo quando em situação de estresse, caracterizada pelo esforço despendido em um exercício físico.

Além de terem definido os principais conceitos envolvidos na movimentação do sangue e na alimentação do corpo durante o exercício físico, os estudantes conseguiram sair da superficialidade demonstrada inicialmente, para aprofundar a explicação do fenômeno biológico que ocorre em parceria com o estímulo físico vinculado à movimentação do corpo. Demonstraram não apenas uma parte das consequências do fenômeno, mas também seus desdobramentos, como no caso das doenças causadas ao sistema cardiovascular pela falta de exercícios físicos, assim como os meios e rotas metabólicas pelas quais acontece o fenômeno biológico. Conseguiram, portanto, explicitá-lo de forma mais complexa, com ideias embasadas em fatos científicos, apontando definições e conexões entre os elementos, órgãos e sistemas biológicos.

Neste sentido, o elemento tríplice da proposta parece ter surtido efeito. De um lado, a abordagem metodológica pautada na construção do conhecimento pelos estudantes referendou um aparente ganho de conhecimento e, sobretudo, o aumento do interesse por eles sobre o conteúdo, ratificando a proposta apresentada por Costa, Pansera-de-Araújo e Bianchi (2017) ao denotarem o quão desinteressante e distante pode ser do estudante uma simples apresentação do conteúdo pelo professor, fora do contexto do estudante.

De outro lado, o trabalho interdisciplinar, que conecta conteúdos da Biologia com os da Educação Física agregam sentido para o estudo do fenômeno científico, ratificando as ideias de Oliveira e Santos (2017), quando interpretam a interdisciplinaridade como uma ferramenta capaz de conectar conhecimentos de diferentes áreas, trazendo significado aos conceitos científicos estudados. E, por fim, o uso das TDICs, tanto na pesquisa das informações quanto no desenvolvimento de um material autoral dos próprios estudantes, proporcionando-lhes maior engajamento e apropriação dos conhecimentos, como destacado por Pontes (2016), ao atribuir a importância da construção do conhecimento como garantia da aprendizagem, e por Lima e Loureiro (2019), ao afirmarem o ganho de autonomia por parte dos estudantes quando desenvolvem e avaliam seus próprios Mades.

O fato de terem compreendido as conexões necessárias entre os elementos do Sistema Circulatório Humano e suas relações com o fenômeno do exercício físico, porém, não garante que a informação tenha sido internalizada, de forma que os estudantes tenham acesso posterior em sua estrutura cognitiva e que tenham realizado mentalmente as associações adequadas entre sistema, órgão e elementos que compõem o fenômeno biológico. Faz-se necessária, pelo menos, mais uma investigação sobre a aplicação desses conceitos em situações práticas que envolvam fenômenos científicos dessa natureza, justificando, assim, a busca pelos conhecimentos *a posteriori* dos estudantes.

Conhecimentos *a posteriori* dos Estudantes

Após o desenvolvimento do Made, foram aplicadas as mesmas situações práticas respondidas previamente pelos estudantes, a fim de analisar seus conhecimentos *a posteriori*. A aplicação ocorreu no dia 18 de outubro de 2019, com a participação dos mesmos 17 estudantes, sujeitos da pesquisa.

A primeira situação prática, que trazia consigo uma necessidade de conhecimentos a respeito de adaptação permanente corporal, ramificada pelos conteúdos do Sistema Muscular relacionados ao Sistema Circulatório, foi explicada com as palavras dos estudantes após as atividades propostas.

Todos os 17 estudantes utilizaram termos que se relacionavam à adaptação muscular, bem como conseguiram estabelecer a correlação entre o sistema nervoso e os vasos sanguíneos à habituação dos exercícios físicos. Para um estudante, o exercício promovia uma diminuição da força e do número de batimentos cardíacos, por conta das “alterações nos vasos sanguíneos periféricos que estariam mais dilatados” (A8). A utilização de conceitos já aprendidos, com os acréscimos da aprendizagem das rotas metabólicas do funcionamento humano, ampliou a percepção dos estudantes em relacionar circunstâncias comuns do cotidiano com o que foi aprendido em sala.

Além de correlacionarem os diferentes conceitos, os estudantes também puderam demonstrar nessa situação prática que as alterações corporais são contínuas e progressivas, visto que as mudanças requerem um “tempo de habituação corporal” (A2). A compreensão de aspectos relacionados à saúde foi contemplado durante as correções. A necessidade de “acompanhamento médico para coordenar os exercícios” (A9) também foi acrescentada à resposta, demonstrando o conhecimento de que cada tipo de exercício traz uma carga distinta de alterações no corpo.

A percepção das modificações que a atividade física traz no corpo humano foi destacada, fazendo uma correlação ao que foi aprendido durante a construção do Made. Para um dos estudantes, os dados que eram obtidos durante as atividades práticas “tenderiam a se modificar com a prática recorrente de atividade física” (A3), demonstrando domínio em relação aos conteúdos abordados em sala.

As respostas relacionadas à segunda situação prática foram as que mais trouxeram progresso quando comparadas ao primeiro momento. Sendo a situação prática relacionada com a necessidade momentânea, os assuntos relacionados ao Sistema Nervoso precisavam estar mais acentuados, bem como a demanda de conhecimentos mais centrados a respeito das vias circulatórias.

No caso, respostas que antes apresentavam explicações similares à primeira situação foram substituídas por elucidações detalhadas, que levavam em conta os conceitos aprendidos sobre as rotas metabólicas, assim como os termos acrescentados durante a produção do Made. Para um estudante, por exemplo, a ideia da necessidade de bombear mais sangue foi explicada em ordem dos acontecimentos. A “introdução de substâncias sinais na corrente sanguínea” (A1) para posteriores respostas aos estímulos foi utilizada para caracterizar as carências corporais e seus respectivos retornos no funcionamento humano.

O desenvolvimento de um trabalho conjunto, com características interdisciplinares e fazendo uso das TDICs, parece auxiliar os estudantes na conscientização dos conceitos e da forma como interagem entre si para a explicação do fenômeno biológico, no contexto do exercício físico. Fazendo uso de novos hábitos e costumes, diante da necessidade de aprendizagem dos estudantes, como apresenta Pontes (2016), infere-se que as TDICs auxiliaram os estudantes como um canal de comunicação, com fontes de informação que podem ser trabalhadas e organizadas pelos próprios estudantes, a fim de assimilarem e relacionarem novos conhecimentos, como ressalta Graells (2012).

De todos os 17 estudantes avaliados, 7 deram exemplos próprios para facilitar a explicação da segunda situação: “Correr nas aulas de Educação Física” (A10) e “Correr para pegar o ônibus” (A11) foram utilizados nas respostas, para exemplificar situações que pudessem demonstrar uma alteração imediata dos batimentos cardíacos e da pressão arterial, sendo salientados os aspectos de aumento de velocidade, por consequência.

Além de demonstrarem seus conhecimentos a respeito das vias que levam às modificações, é importante ressaltar que os estudantes também puderam compreender que as alterações de ordem súbita não causam modificações corporais permanentes sem que haja uma frequência relativa de acontecimentos. No total, 13 estudantes apresentaram nas respostas, em sua finalização, a afirmação de que as substâncias corporais permaneciam na corrente sanguínea apenas durante a intensidade da ocorrência da atividade física, sendo frisado que “se passando a situação de estresse, os níveis de batimento cardíaco voltariam ao normal” (A12).

Os acréscimos conceituais trazidos, assim como mais detalhamentos nas respostas apresentadas pelos estudantes, foram pontos positivos a serem destacados, ressaltando-se que a construção do próprio saber foi um dos maiores benefícios no momento da aprendizagem. Sendo assim, corrobora-se os resultados de Serres e Basso (2009), uma vez que a troca de informações entre estudantes e professores, por meio da investigação de suas dificuldades em compreender o fenômeno biológico no contexto do exercício físico, facilitou o redirecionamento pedagógico dos professores, culminando em um trabalho único em equipe. Por meio da colaboração e do desenvolvimento de pesquisas e discussões conjuntas, os estudantes conseguiram alcançar patamares mais profundos no processo de aprendizagem, além de correlacionar os conceitos, aplicando-os em situações práticas e cotidianas.

Ter a capacidade de criar as possibilidades e as condições de como se aprende faz com que o estudante interaja de maneira distinta com as tarefas ou desafios encontrados durante a carreira escolar (POZO, 2003). Levar em consideração os aspectos cognitivos dos estudantes nos momentos de ensino é relevante para traçar as estratégias durante as aulas. Resignificar conceitos já aprendidos e estimular a correlação destes aos novos saberes faz parte do processo de facilitar a aprendizagem dos estudantes (OSTERMANN; REZENDE, 2009), e, neste caso, diante do entendimento do fenômeno estudado, foi isso que contribuiu para que eles avançassem em seus processos de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a fragmentação dos saberes e a utilização de metodologias de ensino distantes da realidade dos estudantes nas aulas de Biologia, sobretudo, quando se trata dos conceitos de Fisiologia Humana, buscou-se analisar como as TDICs contribuem para a compreensão de estudantes do Ensino Médio de uma escola pública sobre esses conceitos, a partir de aulas interdisciplinares de Biologia e de Educação Física, diante de uma conexão entre o que se estuda em sala de aula e o que se tem na realidade desses estudantes.

Durante o desenvolvimento das atividades, constatou-se diferentes efeitos significativos em relação às atividades propostas. O aprendizado a partir da possibilidade de materializar os dados obtidos, utilizando os próprios estudantes como objeto de estudo, possibilitou a aproximação dos conteúdos teóricos à aplicação prática cotidiana, tornando o momento de aprendizagem mais próximo da realidade deles. Em relação à construção do saber por meio dos materiais propostos, ainda é possível destacar uma vantagem quanto aos métodos de ensino tradicionais. A participação do estudante como formador do seu próprio saber o estimulou a agir de forma ativa nos processos de aprendizagem, dando-lhe a oportunidade não apenas de aprender, mas de questionar e ser agente crítico daquilo que foi construído, possibilitando o desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa.

É possível destacar que o presente trabalho pode atuar positivamente na contribuição de pesquisas relacionadas a metodologias alternativas de ensino, assim como àquelas voltadas à adoção de diferentes ferramentas no momento da aprendizagem. Realizar a análise de como a introdução das TDICs em proposta interdisciplinar contribui na compreensão dos estudantes aos temas relacionados à Biologia, destacando seus pontos positivos e negativos, pode auxiliar as pesquisas atuais em desenvolvimento, sobretudo, para a proposição de novas formas metodológicas voltadas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação de conteúdos biológicos que extrapolem o trabalho individual do professor, por meio de parcerias com professores de outras áreas específicas do saber.

Compreende-se, entretanto, que a pesquisa exploratória não tem a pretensão de generalizar informações, nem condições de afirmar que os efeitos positivos do desenvolvimento autoral dos estudantes terão validade em outros contextos. Diante dessa perspectiva, a pesquisa continuará a ser desenvolvida, fazendo uso de novas metodologias de investigação e da busca do aprofundamento dos conteúdos abordados na Educação Física e, também, em parceria com outras áreas do conhecimento. Neste sentido, os resultados obtidos permitem o avanço da investigação, com a ampliação dos sujeitos da pesquisa, diante de sua aplicação em diferentes escolas, com estudantes de diferentes faixas etárias e em diferentes contextos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. de; SILVA, M. da G. M. da. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Revista e-curriculum*, São Paulo, v. 7, n. 1, abril 2011.

- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2016.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais 5ª a 8ª séries*. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?view=article&id=12657>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez, 2006.
- COSTA, L. C.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C.; BIANCHI, V. Sistemas digestório, respiratório e circulatório humanos em livros didáticos de Biologia de Ensino Médio. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, v. 10, n. 18, p. 19-27, 2017.
- FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- GERHARD, A. C.; ROCHA FILHO, J. B. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2016.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Editora Atlas SA, 2008.
- GRAELLS, P. M. Impacto de las TIC em la educación: funciones e limitaciones. *Revista de Investigación y Desarrollo*, Barcelona, p. 1-15, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817326.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.
- JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago editora, 1976.
- LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. *Tecnodocência: concepções teóricas*. Fortaleza: Edições UFC, 2019.
- LIMA, L. F.; MOREIRA, O. C.; CASTRO, E. F. Novos olhares sobre o ensino da fisiologia humana e da fisiologia do exercício. *RBPFEEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 8, n. 47, p. 17-29, 2014.
- MENDES, M. I. B. S. Corpo, biologia e educação física. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 24, n. 1, p. 9-22, 2002.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of biochemistry*. New York: Macmillan, 2008.
- OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, F. N. Pressupostos e definições em interdisciplinaridade: diálogo com alguns autores. *Interdisciplinaridade – Revista do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade*, v. 1, n. 11, p. 73-87, 2017.
- OLIVEIRA, N. M. de; DIAS JÚNIOR, W. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1.788-1.809, 2012.
- OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 1, p. 66-80, 2009.
- PALMA, A. Exercício físico e saúde; sedentarismo e doença: epidemia, causalidade e moralidade. *Motriz*, v. 15, n. 1, p. 185-191, 2009.
- PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PONTES, T. M. A contribuição das tecnologias nas aulas de educação física. *Educação Física em Revista*, v. 10, n. 2, p. 47-60, 2016.
- POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C. (org.) *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 35-47.
- RUPPENTHAL, R.; SCHETINGER, M. R. C. O sistema respiratório nos livros didáticos de ciências das séries iniciais: uma análise do conteúdo, das imagens e atividades. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 3, p. 617-632, 2013.
- SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SERRES, F.; BASSO, M. V. de A. Mídias digitais de comunicação: autoria e aprendizagem de Matemática. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 15., 2009, Bento Gonçalves. *Anais [...]*. Bento Gonçalves, RS, 2009. p. 135-144.
- SILVERTHORN, D. U. *Fisiologia humana: uma abordagem integrada*. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R.; WERNECK, A. L. *Princípios de anatomia e fisiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

VILLANI, V. G. Um contexto de ensino e a aprendizagem da fisiologia humana. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos, SP. Anais [...]*. Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999. p. 1-14. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A56.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2020.

Todo conteúdo da Revista Contexto & Educação está
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0