

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

AMANDA ESTEVES AMARAL LIMA

**ESTRUTURA DO ENSINO DE FISIOLOGIA NO CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA:
CONFRONTOS ENTRE A DOUTRINA MECANICISTA E A TELEOLÓGICA**

**BRASÍLIA
2017**

AMANDA ESTEVES AMARAL LIMA

**ESTRUTURA DO ENSINO DE FISIOLOGIA NO CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA:
CONFRONTOS ENTRE A DOUTRINA MECANICISTA E A TELEOLÓGICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para a obtenção do título de
Graduado em Licenciatura em Educação Física
pela Faculdade de Educação Física da
Universidade de Brasília

Orientador: Prof. Dr. Lauro Casqueiro Vianna

BRASÍLIA
2017

Dedico este trabalho à minha avó, Mária Stela, pelo apoio, incentivo e por ser meu maior exemplo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo suporte e incentivo, estando sempre ao meu lado em todas as situações e apoiando minhas decisões. Aos amigos que fiz na faculdade, principalmente, à Rayssa que me acompanhou durante toda essa jornada, tornando a mais agradável e menos árdua. Agradeço ao meu namorado, Diego, pelo suporte emocional e por ter me ajudado em todas as etapas deste trabalho.

Agradeço aos professores que contribuíram para minha formação em especial meu orientador, Prof. Dr. Lauro Vianna, pelo apoio e paciência durante a orientação, tornando possível a conclusão deste trabalho. Agradeço também aos participantes do estudo pela colaboração.

RESUMO

Propósitos teleológicos e pensamentos mecanicistas são utilizados para explicar as funções do corpo. O primeiro considerando o porquê dos fenômenos acontecerem enquanto o segundo discorre sobre como eles acontecem. Não se sabe ao certo a forma como estudantes enxergam a Fisiologia. Portanto, com o intuito de suprir essa lacuna, o presente estudo tem como objetivos: (1) verificar se os universitários matriculados no curso de Educação Física e que possuam Fisiologia como disciplina da grade curricular pensam de forma mecanicista ou teleológica, (2) se existe diferença entre os alunos que já cursaram a disciplina de Fisiologia e os que ainda não fizeram e (3) se as concepções destes mudariam após orientações a respeito da diferença entre mecanicismo e teleologia. Um questionário de 10 questões contemplando assuntos de Fisiologia foi aplicado para o grupo que nunca teve contato com Fisiologia (G1) (n = 200), outro que já cursou Fisiologia 1 (G2) (n = 20) e o terceiro que já cursou Fisiologia 2 (G3) (n = 51). De modo geral, 62,1% das respostas foram teleológicas e as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significativas ($P < 0,05$). Há diferença significativa entre os grupos G1 e G2 ($P = 0,024$) e entre G1 e G3 ($P < 0,01$). Há uma tendência por mais respostas mecanicistas no G3 quando comparado com G2, contudo, a diferença não é significativa ($P = 0,16$). Em seguida, houve uma instrução a respeito das diferenças entre as duas concepções e o questionário foi reaplicado para verificar se a visão dos alunos mudaria. Os resultados indicam que os estudantes têm forte inclinação em pensar as funções corporais em termos teleológicos, mas que essa tendência pode ser modificada a curto prazo por uma discussão a respeito das diferenças entre as doutrinas.

Palavras-chave: Teleologia. Mecanicismo. Fisiologia.

ABSTRACT

Teleological purposes and mechanistic thoughts are used to explain the functions of the body. The first one considers why phenomena happen while the second discusses how they happen. It is not known for a way students see Physiology. Therefore, in order to overcome this gap, the present study has as objectives: (1) check if the university students enrolled in the Physical Education course and who hold Physiology as a discipline think mechanistically or teleologically, (2) if there is a difference between the students who have already attended the discipline of Physiology and those who are not yet attended and (3) whether their conceptions would change after orientations about the difference between mechanismism and teleology. A questionnaire of 10 questions contemplating issues of Physiology was applied to the group that never had contact with Physiology (G1) (n = 200), another one that already studied Physiology 1 (G2) (n = 20) and the third one that already studied Physiology 2 (G3) (n = 51). Overall, 62,1% of the responses were teleological and the differences between the groups were statistically significant ($P < 0,05$). There was a significant difference between groups G1 and G2 ($P = 0,024$) and between G1 and G3 ($P < 0,01$). There is a tendency for more mechanistic responses in G3 when compared to G2, however, the difference is not significant ($P = 0,16$). Then there was an instruction about the differences between the two conceptions and the questionnaire were reapplied to verify if the students' vision would change. The results indicate that students have a strong inclination to think the bodily functions in teleological terms, but this tendency can be modified in the short term by a discussion about the differences between doctrines.

Keywords: Teleology. Mechanicism. Physiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem de respostas teleológicas de cada grupo.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questões do instrumento de teste.....	15
Tabela 2 – Porcentagem das respostas referentes a cada questão.....	18
Tabela 3 – Porcentagem das respostas referentes a cada questão após texto explicativo.....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MÉTODOS	14
2.1. SUJEITOS	14
2.2. INSTRUMENTO DE TESTE	14
2.3. ANÁLISE DE DADOS	16
3. RESULTADOS	17
4. DISCUSSÃO	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
ANEXO I	22

1. INTRODUÇÃO

Em 1954, Jean Fernel afirmou que a Fisiologia, ou discurso da natureza humana, explica a natureza do ser humano saudável, todas as suas faculdades e funções (Fernel, 1954 apud Roux, 2014, p. 2245). Não muito diferente dessa definição inicial, o plano estratégico de 2006 da *American Physiological Society* definiu a fisiologia como “o estudo das funções dos organismos como sistemas integrados de moléculas, células, tecidos e órgãos, na saúde e em casos de doença” (APS, 2006).

Conceituada recentemente, a Fisiologia surgiu na Grécia Antiga e, por diversas vezes, confundiu-se com a Anatomia. Hipócrates (460 a 377 a.C.), baseado na fusão das ideias dos filósofos Empédocles - defensor da existência dos elementos essenciais: ar, água, terra e fogo - e Alemeão - concebia a saúde como um equilíbrio de forças dentro do organismo -, acreditava que o corpo era constituído pela mistura de quatro fluidos: o sangue, a fleuma, a bile amarela e a bile negra. Cada um desses humores poderia ser quente, frio, seco ou úmido e uma mistura equilibrada representaria um organismo saudável enquanto o excesso ou a falta de um desses fluidos caracterizaria o estado de doença (Aires, 2008).

Apesar de não direcionarem seus estudos para Fisiologia, as ideias teóricas e metodológicas de Platão (427 a 347 a.C.) e Aristóteles (384 a 332 a.C.) dominaram o cenário científico dos milênios seguintes e, conseqüentemente, influenciaram o estudo da fisiologia nesse período. Para Platão, havia duas causas para existência: uma mecânica segundo a qual a ocorrência de um evento A necessariamente levaria ao evento B e a finalista em que um fenômeno ocorre devido a sua finalidade, seu propósito. De acordo com sua Fisiologia, a respiração desempenhava papel central em que o ar inspirado era responsável pelo resfriamento do coração, o qual possuía calor inato e fervia em momentos de cólera, bem como, os movimentos de inspiração e expiração gerariam a circulação sanguínea. O sangue seria produzido no estômago e subiria em direção à cabeça por meio de dois grandes vasos. Nessa época, não havia distinção entre artérias e veias e a contração do coração não era conhecida (Aires, 2008).

Assim como Platão, Aristóteles defendia a existência de uma causa mecânica e outra finalista, porém, ele colocava a teleologia no centro de sua Fisiologia e se

opunha a explicações fisiológicas mecanicistas tendo em vista que, para ele, a finalidade era mais importante do que a causa. Conforme sua teoria, o ser humano possuía o calor vital, o qual desempenhava uma função central e era o instrumento de desenvolvimento. O coração seria a sede da sensibilidade e do pensamento enquanto o cérebro seria o responsável por resfriar o excesso de calor vital (Mcardle, 2015).

Erasístrato (304 a 250 a.C.), médico e anatomista grego considerado um dos pais da Fisiologia, possuía uma propensão mais fisiológica do que anatômica. No que diz respeito à Fisiologia, antecipou a existência dos capilares ao afirmar que veias se subdividem, assim como, artérias e nervos; propôs que a produção de movimento é oriunda da ação dos músculos e que a digestão era realizada por meio da ação dos músculos do estômago; foi o primeiro a distinguir nervos sensoriais e motores. Entre outras grandes descobertas, Erasístrato reconheceu o coração como responsável pelo bombeamento do sangue, chegando muito próximo à teoria da circulação, proposta posteriormente por Willian Harvey (1578-1657) (Aires, 2008).

Cinco séculos depois de Hipócrates, Cláudio Galeno (129 a 200 d.C.), um dos primeiros fisiologistas experimentais, assim como Aristóteles, associava o pensamento teleológico à Fisiologia. A teleologia galênica permitiu realizações significativas na Fisiologia, contudo, ao mesmo tempo, tornou-se uma barreira para o avanço dessa disciplina ao passo que desmotivava a busca pela causa dos fenômenos e priorizava a busca por sua finalidade. Em seus estudos, descreveu como se dava a circulação do sangue, esquema predominante na fisiologia cardiovascular até o Renascimento, período em que a existência das passagens no septo interventricular foi contestada e Harvey propôs sua teoria da circulação sanguínea (Mcardle, 2015).

As ideias formuladas durante a Renascença demoliram quase todas as teorias herdadas da Antiguidade e a instrução tornou-se mais acessível. Os novos anatomistas foram muito além da noção simplista dos quatro fluidos e de suas características quando descobriram a complexidade dos mecanismos circulatórios, respiratórios e excretórios. Na virada do século XV, disseções anatômicas *post-mortem*, apesar de proibidas pela igreja católica, eram comuns nas escolas de medicina da França e da Itália. Elas prepararam o caminho dos anatomistas da Renascença cujas observações minuciosas aceleraram a compreensão da forma e da função humana (Mcardle, 2015).

Uma explosão de conhecimentos a respeito das ciências biológicas tornou o cenário propício para futuras descobertas sobre Fisiologia Humana. Leonardo da Vinci (1452-1519), o qual construiu modelos da função valvar que mostravam como o sangue fluía em apenas uma direção, contradizendo a noção de Galeno sobre o fluxo e refluxo do sangue. Andreas Vesalius (1514-1564) que, além de ter escrito livros extremamente importantes para Anatomia e Fisiologia, confirmou o controle dos músculos pelos nervos e que estes estimulam o movimento. Seu trabalho impulsionou relevantes descobertas na Fisiologia e acelerou o início da ciência moderna (Aires, 2008).

Da Vinci, Vesalius e Leon Alberti (1404-1472), o qual aperfeiçoou as perspectivas tridimensionais, possibilitaram, aos fisiologistas, a compreensão dos sistemas do corpo com exatidão técnica e não com tendenciosidade teórica. Além deles, Willian Harvey (1578-1657), por meio de um experimento com torniquete, provou que o coração bombeava sangue em um sistema unidirecional fechado, seguindo das artérias para as veias e retornando ao coração. Harvey derrubou milhares de anos de dogmas (Mcardle, 2015).

Antoine Lavoisier (1743-1794), primeiro estudioso a realizar experiências sobre a respiração humana, reconheceu que os elementos químicos envolvidos no metabolismo não apareciam subitamente e nem desapareciam misteriosamente. Suas descobertas na química da respiração e nutrição humana foram tão primordiais para essas áreas quanto as descobertas de Harvey foram para fisiologia circulatória (Mcardle, 2015).

Claude Bernard (1813-1878), aclamado como o maior fisiologista de todos os tempos, descobriu propriedades fundamentais concernentes à Fisiologia. Lançou, na segunda metade do século XIX, um conceito essencial para Fisiologia: a homeostasia, como também, descobriu o papel da secreção pancreática na digestão dos lipídios, produção de açúcar pelo fígado, isolamento do glicogênio dentre outros. Suas contribuições deram origem à Química Fisiológica e a Bioquímica além de ajudar a próxima geração de cientistas a compreender como o metabolismo e a nutrição afetavam o exercício. Nomes como os citados e diversos outros estudiosos foram precursores e realizaram descobertas, as quais permitiram o avanço da Fisiologia ao ponto em que está hoje (Mcardle, 2015).

Como afirmado por Roux (2014), uma visão geral da produção científica e das definições de Fisiologia dada pelas principais sociedades fisiológicas mostra que o

conceito de função é central nessa disciplina. Apesar da maioria dos conceitos referirem-se à função como algo meramente científico, existem controvérsias devido a sua ambiguidade, pois a teleologia também discorre sobre a função e muitas das explicações embasadas nessa dimensão são classificadas como cientificamente impróprias (Roux, 2014).

Mecanicismo é uma doutrina sobre a explicação de fenômenos naturais segundo a qual cada evento tem uma causa e pode ser explicado citando-a. O compromisso do mecanicismo é que tais explicações sejam exaustivas e completas, no sentido de que uma boa explicação mecanicista não abre espaço para questões inexplicáveis (Walsh, 2012). Por outro lado, a teleologia envolve a suposição de que os eventos existem com um propósito (Tapia et al., 2016). A palavra teleologia, inicialmente o "estudo dos fins", acabou por designar qualquer doutrina que identifica a presença de metas, fins ou objetivos últimos guiando a natureza e a humanidade, considerando a finalidade como princípio explicativo fundamental na organização e nas transformações de todos os seres (Aires, 2008).

O raciocínio teleológico não é apenas um componente chave da construção da teoria intuitiva, mas também tem papel importante na alfabetização científica, uma vez que pode interferir na compreensão dos processos mecanicistas (Gregory, 2009; Kelemen, 2012).

O mecanicismo parece excluir a possibilidade da explicação teleológica, pois esta, em contraste com uma explicação causal-mecanicista, explica a ocorrência de um evento por meio do objetivo ou de seu propósito e não com base no mecanismo que o causou (Walsh, 2012).

As funções do corpo podem ser pensadas com base em propósitos teleológicos, os quais consideram o porquê dos fenômenos acontecerem, bem como, a partir do mecanismo de ação que diz respeito a como eles acontecem. A fisiologia, como disciplina científica, está voltada principalmente para o mecanicismo, porém alguns aspectos teleológicos, mesmo que subjetivos, podem ser benéficos para o aprendizado do estudante tendo em vista que podem auxiliar o aluno a compreender os mecanismos pelos quais as diversas funções do corpo são realizadas (Richardson, 1990).

Com o objetivo de determinar a prevalência de concepções errôneas relacionadas à fisiologia respiratória e as prováveis causas desses equívocos, Michael et.al (1999) criaram uma lista com os 11 erros mais comuns selecionados

pela interação com os alunos e desses 11 escolheram 4 para servirem como base. Em cada item na lista, os alunos tinham que identificar as mudanças que ocorreriam devido a uma perturbação no sistema respiratório e explicar a sua escolha. As opções eram aumenta, diminui ou não sofre alteração. O inventário foi apresentado, na primeira semana de aula, para 712 alunos de 7 instituições. As respostas revelam que as escolhas foram baseadas em explicações teleológicas. 60% dos alunos erraram sobre as alterações que ocorrem na frequência respiratória e volume corrente; 90% erraram na relação entre pressão parcial de oxigênio no sangue arterial e saturação de hemoglobina; 70% sobre as trocas gasosas nos pulmões e 33% sobre a relação entre metabolismo e ventilação. Os equívocos surgem porque a maioria dos estudantes acredita que todos os fenômenos fisiológicos são regulados pela homeostase, portanto, são mais ou menos constantes.

Richardson (1990) realizou um estudo com o intuito de saber se as noções sobre as funções fisiológicas são principalmente teleológicas ou mecanicistas; se há diferença entre uma turma de fisiologia elementar e uma de fisiologia avançada; se ter uma palestra sobre o assunto mudaria a noção dos alunos. Um questionário com 10 questões e duas opções de resposta foi aplicado no primeiro dia de aula para três turmas de biologia do Ensino Médio e para duas turmas de graduação em fisiologia elementar. Para duas turmas de fisiologia avançada, o questionário foi aplicado no segundo dia tendo em vista que no primeiro tiveram uma palestra sobre a diferença entre teleologia e mecanicismo. 61% das respostas foram teleológicas e não houve diferença significativa entre as turmas. Na turma que respondeu o questionário após a palestra, apenas 12% das respostas foram teleológicas. Esse resultado mostra que os alunos têm tendência a pensar nas funções do corpo de forma teleológica, mas que isso pode ser modificado apenas com uma discussão sobre o assunto. 343 alunos de 3 universidades e uma escola de Ensino Médico participaram do estudo.

Como mostrado nos estudos citados acima, de um modo geral, os alunos universitários enxergam a Fisiologia de forma limitada, já que frequentemente verbalizam ou respondem perguntas de provas de maneira a revelar um pensamento baseado apenas na teleologia. O presente estudo apresenta semelhanças com o de Richardson, porém, é precursor no Brasil tendo em vista que os objetivos estudados nunca foram explorados utilizando universitários brasileiros.

Não se sabe qual é a concepção de Fisiologia dos estudantes do curso de Educação Física que possuem essa disciplina no currículo de seu curso. Portanto, a

fim de suprir essa lacuna, o presente estudo tem como objetivos verificar se os universitários pensam de forma mecanicista ou teleológica, se existe diferença entre os alunos que já cursaram a disciplina de Fisiologia e os que ainda não fizeram, como também, se as concepções destes mudariam após orientações a respeito da diferença entre mecanicismo e teleologia. Acredita-se que a maioria dos estudantes optará pela concepção teleológica, até mesmo os que já tiveram contato com a Fisiologia, e, após a instrução a respeito da diferença entre as doutrinas, ocorrerá aumento na porcentagem de respostas mecanicistas.

Se confirmada essa hipótese, esse estudo poderá auxiliar na identificação de equívocos e, conseqüente, alteração e melhora na ementa e no método de ensino da Fisiologia para os estudantes do curso de Educação Física.

2. MÉTODOS

2.1. SUJEITOS

A amostra composta por 271 indivíduos dentre os estudantes do curso de Educação Física da Universidade de Brasília foi selecionada por meio de abordagem em sala de aula. Os alunos foram divididos em 3 grupos a saber: aquele que nunca teve contato com Fisiologia (G1) (n = 200), outro que já cursou Fisiologia 1 (G2) (n = 20) e o terceiro que já cursou Fisiologia 2 (G3) (n = 51).

Os estudantes que nunca cursaram Fisiologia eram da turma de Anatomia e estavam em seu primeiro semestre de faculdade ou iriam cursar Fisiologia nesse semestre. Os alunos do grupo G2 possuíam conhecimentos a respeito do sistema nervoso, fisiologia do tecido muscular, bioenergética e fisiologia do aparelho gastrointestinal. O grupo G3, além de ter como pré-requisito aprovação em Fisiologia 1, tinha discernimento sobre assuntos referentes às fisiologias cardiovascular, do sangue, pulmonar, renal, sistema endócrino, exercícios e estresse térmico. Considerando os diferentes níveis de instrução entre os alunos, a comparação entre os resultados permitiu testar se existe relação entre o grau de conhecimento em Fisiologia e a escolha por respostas mecanicistas ou teleológicas.

2.2. INSTRUMENTO DE TESTE

O presente estudo utilizou questionário com 10 questões elaboradas, por mim sob supervisão do meu orientador, conforme ementas das disciplinas Fisiologia 1 e Fisiologia 2 ofertadas pela Universidade de Brasília. Cada questão era composta por

duas alternativas: uma mecanicista e outra teleológica. As questões estão disponíveis na Tabela 1. Em um primeiro momento, os alunos responderam o questionário em sua primeira semana de aula, escolhendo uma das alternativas. Eles não foram informados que uma das alternativas era pertinente à doutrina mecanicista e a outra ao pensamento teleológico.

Na semana seguinte, 32 voluntários do grupo de 200 alunos que nunca tiveram contato com Fisiologia leram um texto explicativo (ANEXO I), elaborado por mim, concernente aos conceitos de teleologia e mecanicismo e responderam novamente o questionário, porém, nessa etapa, não era necessário escolher uma alternativa e sim dizer qual opção era teleológica e qual era mecanicista. Tal método foi utilizado a fim de verificar o terceiro objetivo deste estudo.

Tabela 1: Questões do instrumento de teste.

1. Durante o exercício, a frequência cardíaca aumenta devido:

- a) A supressão da atividade parassimpática e estimulação progressiva da atividade simpática.
- b) Há uma maior demanda por sangue oxigenado pelo músculo em contração.

2. Durante o exercício, a pressão arterial não diminui porque:

- a) A atividade intrínseca dos neurônios simpáticos está potencializada, levando ao aumento da frequência cardíaca e do fluxo sanguíneo, como também, da pressão arterial.
- b) Porque os aferentes musculares mandam a informação para o Núcleo do Trato Solitário, inibindo a ação do barorreflexo por meio do reflexo pressor do exercício.

3. O ritmo da respiração é controlado por:

- a) Estímulo ou inibição de áreas inspiratórias e expiratórias presentes no bulbo, como também por quimiorreceptores.
- b) Pela necessidade de igualar a frequência respiratória com a demanda metabólica de entrada de oxigênio e saída de dióxido de carbono.

4. O aumento do transporte de oxigênio no sangue ocorre:

- a) Devido ao aumento da quantidade de ligações oxihemoglobina.
- b) Devido à necessidade do aporte de oxigênio no Ciclo de Krebs para produção de energia.

5. O equilíbrio acidobásico ocorre:

- a) Conforme a necessidade de equilibrar as concentrações de ácidos e bases, mantendo o pH sanguíneo em torno de 7,4, ideal para o funcionamento do organismo.
- b) Devido a modificações no pH do sangue por meio de mecanismos químicos e fisiológicos denominados tampões.

6. O relaxamento muscular ocorre:

- a) Quando o impulso elétrico cessa, o cálcio é bombeado para dentro do retículo sarcoplasmático e a troponina é liberada para inibir a interação actina-miosina.
- b) Para interromper os locais ativos, prevenindo ligações mecânicas entre os filamentos de actina e miosina de modo que retornem aos seus estados originais, permanecendo dissociados, relaxados e reduzindo o tônus muscular.

7. O lactato acumula-se:

- a) Para ser convertido em glicose no fígado por meio da gliconeogênese e fornecer energia.
- b) Quando sua oxidação não acompanha o ritmo de sua produção, resultado do acúmulo de metabólitos oriundos da contração muscular.

8. O arco reflexo é proveniente:

- a) Da transmissão de impulsos das áreas sensoriais para medula feita pelos nervos raquidianos e, em seguida, da transmissão para o órgão efetor por meio de neurônios motores.
- b) De uma informação levada até o Sistema Nervoso Central por meio de vias aferentes que gera uma resposta imediata a um estímulo externo a fim de evitar lesões mais graves, como por exemplo, uma resposta a situações de dor.

9. O GH, Hormônio do Crescimento produzido pela adeno – hipófise, atua no metabolismo:

- a) Para estimular a síntese e o transporte de proteínas, assim como, tornar mais lento o fracionamento dos carboidratos e iniciar a utilização da gordura como fonte energética.
- b) Por meio da modulação do metabolismo ao estimular a liberação de ácidos graxos pelo tecido adiposo enquanto inibe simultaneamente a captação celular de glicose, elevando sua concentração sanguínea.

10. A contração muscular se dá:

- a) Pela estimulação da musculatura estriada esquelética oriunda do Sistema Nervoso Somático, a qual gera o encurtamento da inserção, permitindo a movimentação e locomoção do indivíduo.
- b) Pelo encurtamento do sarcômero proveniente da contração das pontes cruzadas de miosina, as quais deslizam sobre os filamentos de actina utilizando energia proveniente da hidrólise do ATP.

As respectivas respostas teleológicas são: b, a, b, b, a, b, a, b, a, a.

Na primeira aplicação, os alunos tiveram até 30 minutos para responder e 40 minutos na segunda, sendo 10 minutos destinados à leitura e análise do texto. Em nenhuma das situações, foi dada orientação a respeito do conteúdo. Apenas foi explicado que não se tratava de um processo avaliativo e que não era necessário se identificar. Foram aplicados 322 questionários ao total, porém, 19 foram descartados devido a preenchimento inadequado ou incompleto.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

As variáveis não apresentaram distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk. Assim, para comparar o percentual de respostas teleológicas entre os três grupos (GRUPO 1, 2 e 3), foi utilizada uma ANOVA independente não-paramétrica Kruskal-Wallis. Quando o valor de P se mostrou significativo, foi realizado o teste Mann-Whitney para identificar as diferenças entre os grupos. Os resultados estão

expressos em média \pm desvio padrão (DP). A significância estatística adotada foi de $P < 0,05$. Todas as análises foram realizadas no software SPSS (20.0).

3. RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a média das respostas dos grupos para os quais o instrumento de teste foi aplicado na primeira semana de aula. De modo geral, observa-se que 62,1% das respostas foram teleológicas (Tabela 2), confirmando a alta prevalência de tal doutrina. Devido à interação, apresentando P da ANOVA $< 0,01$, os grupos foram comparados. Há diferença significativa entre os grupos G1 e G2 ($P = 0,024$) e entre G1 e G3 ($P < 0,01$). Há uma tendência de mais respostas mecanicistas no grupo G3 quando comparado com G2, contudo, a diferença não é significativa ($P = 0,16$).

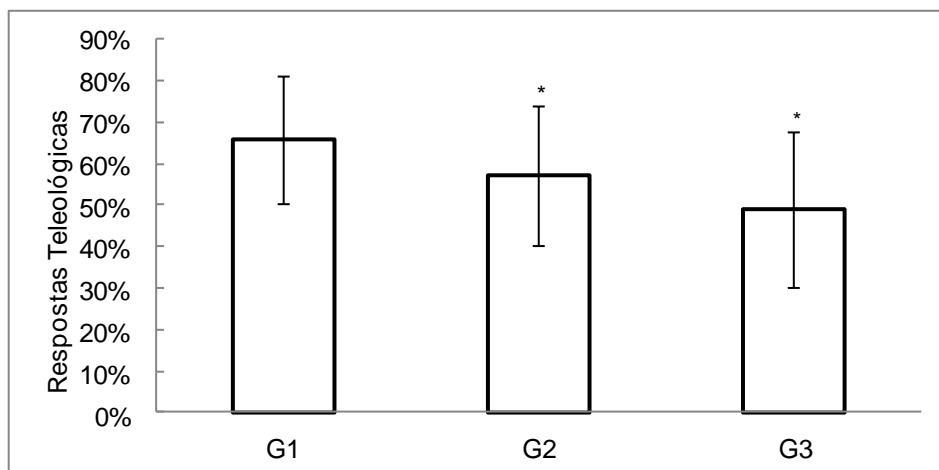


Figura 1: Porcentagem de respostas teleológicas para o grupo que nunca teve contato com Fisiologia (G1), já cursou Fisiologia 1 (G2) e já cursou Fisiologia 2 (G3). * Diferença significativa quando comparado ao G1. Os resultados estão expressos em média \pm DP.

O grupo que apresentou o maior número de respostas teleológicas foi o que ainda não teve nenhum tipo de contato com a disciplina de Fisiologia, correspondendo a 65,8% das respostas. A turma, a qual já cursou Fisiologia 2 foi a que apresentou o menor número de respostas teleológicas, equivalente a 49% das respostas.

Tabela 2: Porcentagem das respostas referentes a cada questão.

Questões	Número de respostas mecanicistas	% mecanicista	% teleológica
1	70	25,83%	74,17%
2	69	25,56%	74,44%
3	59	22,01%	77,99%
4	79	29,26%	70,74%
5	99	36,67%	63,33%
6	122	45,02%	54,98%
7	179	66,30%	33,70%
8	96	35,56%	64,44%
9	89	32,84%	67,16%
10	163	60,15%	39,85%
	Média	37,9%	62,1%

Para verificar se as concepções dos alunos mudariam após orientações a respeito da diferença entre mecanicismo e teleologia, o questionário foi aplicado novamente para 32 alunos do grupo composto por 200. Depois de realizada a média, observou-se que 40% das respostas foram equivocadas, apresentando desvio padrão de 0,17, ou seja, os alunos trocaram os conceitos ao afirmar que a resposta teleológica era mecanicista e vice versa. Apesar de ocorrer tal troca, a porcentagem de acerto foi alta, mostrando que, após breve instrução, os alunos são capazes de entender os conceitos e, conseqüentemente, pensar a Fisiologia de modo mecanicista (60,9%).

Tabela 3: Porcentagem das respostas referentes a cada questão após texto explicativo.

Questões	Número de respostas mecanicistas	% mecanicista	% teleológica
1	21	65,63%	34,37%
2	14	43,75%	56,25%
3	22	68,75%	31,25%
4	21	65,63%	34,37%
5	14	43,75%	56,25%
6	17	53,13%	46,87%
7	19	59,38%	40,62%
8	23	71,88%	28,12%
9	27	84,38%	15,62%
10	17	53,13%	46,87%
	Média	60,9%	39,1%

4. DISCUSSÃO

As escolhas dos alunos sobre os fenômenos fisiológicos foram baseadas em explicações teleológicas, principalmente, no que diz respeito ao grupo que nunca teve contato com Fisiologia conforme observado na Figura 1, revelando uma tendência a respostas teleológicas caso não haja compreensão sobre Fisiologia. Não se sabe ao certo se os alunos fizeram tais escolhas por realmente pensarem teleologicamente ou apenas escolheram a única linguagem que lhes parecia familiar tendo em vista que não sabiam nenhum conceito a respeito de Fisiologia e seus conhecimentos prévios são advindos do senso comum ensinado pela família ou aprendido na escola nas aulas de biologia.

A diferença significativa entre G1 e G2 assim como entre G1 e G3 mostra que a persistência do pensamento teleológico nos anos universitários pode estar relacionada a um raciocínio biológico impreciso tendo em vista que o grupo G1 possuía apenas conhecimentos sobre biologia e apresentou quantidade elevada de respostas teleológicas. Porém, apesar de persistir, torna-se menos confuso com o passar do desenvolvimento. (Kelemen et. al, 2013; Kelemen & Rossett, 2009). Confirmando a afirmação de Coley et. al (2017) de que a educação pode desempenhar papel adicional na redução do pensamento teleológico, os grupos G2 e G3 apresentaram redução no número de respostas teleológicas, bem como, o grupo que obteve instrução a respeito dos conceitos de teleologia e mecanicismo. A ausência de diferença significativa entre o grupo que já cursou Fisiologia 1 e o que já cursou Fisiologia 2 pode ser justificada pelo pequeno número da amostra do primeiro grupo.

Apesar da doutrina mecanicista se sobrepôr à teleológica no grupo que já cursou a disciplina de Fisiologia 2, correspondendo a 51% das respostas, o resultado mostra que o pensamento baseado na finalidade do fenômeno fisiológico ainda é muito alto. Fato que não deveria ocorrer em uma turma com conhecimentos avançados em Fisiologia. Como mostra Michael et. al (1999), a origem desse problema pode estar no uso de uma linguagem inadequada tanto por parte dos professores como dos alunos, analogias imprecisas, interpretações errôneas de imagens encontradas em livros, as quais podem induzir a construção de modelos mentais falhos, bem como, aprendizado incorreto em sala de aula ou até mesmo má interpretação de respostas fisiológicas experimentadas pessoalmente.

Desde a infância e durante a formação acadêmica, os professores explicam e dão exemplos baseados no porquê e não na causa dos fenômenos. Peculiaridade que instiga os alunos a pensarem teleologicamente. Além disso, o mais comum é que não se fale sobre a existência da teleologia e do mecanicismo em nenhuma época do período estudantil. É imprescindível o reconhecimento por parte dos professores da necessidade de incluir, em suas aulas, maneiras que possibilitem o aprendizado considerado científico, ou seja, baseado no mecanicismo, assim como, explicar tal conceito. É primordial que haja precisão em suas falas, utilização de representações visuais as quais relatem o que realmente querem ensinar e aumentar, com o tempo, a complexidade das analogias.

Corroborando com o estudo de Richardson (1990) e confirmando a hipótese desse estudo, o grupo que obteve instrução sobre o pensamento teleológico e a doutrina mecanicista aumentou a quantidade de respostas mecanicistas mesmo sem possuir conhecimento sobre temas abordados na Fisiologia e anteriormente ter apresentado 65,8% de respostas teleológicas. Este resultado indica que a tendência dos alunos de pensar em termos teleológicos ou mecanicistas pode ser modificada em curto prazo, contudo, não é possível afirmar se permanece em longo prazo.

Em suma, após a análise dos resultados, é possível perceber que, de modo geral, as respostas foram em sua maioria teleológicas. Contudo, ao analisar os grupos separadamente, é perceptível que a escolha por respostas teleológicas diminui conforme o aluno expande seu conhecimento em Fisiologia, mostrando que as concepções criadas durante a vida escolar dão lugar à compreensão das causas das funções do corpo. Além disso, ter as diferenças entre a teleologia e o mecanicismo bem claras também reduz a escolha por respostas teleológicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, M. M., *Fisiologia* / Margarida de Mello Aires ; colaboração de Ana Maria de Lauro Castrucci . . . [et al.] . - 3 .ed. - Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 2008. il. color.
- APS, 2006 . Strategic Plan 2006–2010. American Physiological Society, Bethesda, MD.
- COLEY, J. D., ARENSON, M., Xu, Y., & TANNER, K. D. (2017). Intuitive biological thought: Developmental changes and effects of biology education in late adolescence. *Cognitive psychology*, 92, 1-21.
- GREGORY, T. R., 2009. Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2(2), 156-175.
- KELEMEN, D., & ROSSETT, E. (2009). The human function compunction: Teleological explanation in adults. *Cognition*, 111, 138–143.
- KELEMEN, D., 2012. Teleological minds: How natural intuitions about agency and purpose influence learning about evolution. *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*, 66–92.
- KELEMEN, D., ROTTMAN, J., & SESTON, R. (2013). Professional physical scientists display tenacious teleological tendencies: Purpose-based reasoning as a cognitive default. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(4), 1074–1083.
- MCARDLE, W. D., *Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano*/ William D. McArdle, Frank I. Katch, Victor L. Katch; traduzido por Giuseppe Taranto. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. Il.
- MICHAEL, J. A., et al., 1999. Undergraduate students' misconceptions about respiratory physiology. *Adv Physiol Educ*, 22(1), 127-135.
- RICHARDSON, D. R., 1990. A survey of students' notions of body function as teleologic or mechanistic. *The American journal of physiology*, 258(6 Pt 3), S8-10.
- ROUX, E., 2014. The concept of function in modern physiology. *The Journal of physiology*, 592(11), 2245-2249.
- SÁNCHEZ, I. T., et al., 2016. Development of Teleological Explanations in Peruvian Quechua-Speaking and US English-Speaking Preschoolers and Adults. *Child development*, 87(3), 747-758.
- WALSH, D., 2012. Mechanism and purpose: a case for natural teleology. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 43(1), 173-181.

ANEXO I

Teleologia x Mecanicismo

As funções do corpo, objeto de estudo da fisiologia, podem ser explicadas com base em propósitos teleológicos ou no pensamento mecanicista. A teleologia envolve a suposição de que os eventos existem com um propósito, objetivo ou finalidade, ou seja, **o pensamento teleológico considera o porquê dos fenômenos acontecerem**. Enquanto o mecanicismo é uma doutrina sobre a explicação dos fenômenos naturais, onde cada evento tem uma causa e pode ser explicado citando-a, ou seja, **o pensamento mecanicista diz respeito a como os fenômenos acontecem**.

O pensamento mecanicista parece excluir a explicação teleológica tendo em vista que ela explica a ocorrência de um evento por meio de seu objetivo ou propósito e não com base no mecanismo que o causou, como ocorre no pensamento mecanicista. Porém, vale ressaltar que a teleologia, mesmo que subjetiva, exerce papel importante na alfabetização científica, uma vez que pode auxiliar a compreensão do aluno a respeito dos mecanismos pelos quais as diversas funções do corpo são realizadas.