

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

ÉRICA DINORÁ PORTELA

**POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS DE UMA COMPARAÇÃO DO CORPO
HUMANO COM UMA ORQUESTRA MUSICAL:
o que pensam professores de Biologia?**

Belo Horizonte
2017

ÉRICA DINORÁ PORTELA

**POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS DE UMA COMPARAÇÃO DO CORPO
HUMANO COM UMA ORQUESTRA MUSICAL:
o que pensam professores de Biologia?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica.

Orientador: Professor Dr. Ronaldo Luiz Nagem

Coorientadora: Professora Dr^a. Leila Saddi Ortega

Belo Horizonte
2017

P843p Portela, Érica Dinorá
Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma orquestra musical: o que pensam professores de Biologia?. / Érica Dinorá Portela. -- Belo Horizonte, 2017.
155 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Leila Saddi Ortega

Bibliografia

1. Analogia. 2. Ciência – Ensino. 3. Corpo Humano - Ensino. I. Nagem, Ronaldo Luiz. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título

CDD 541.04



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET
Portaria MEC n.º 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Érica Dinorá Portela

Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma
orquestra musical: o que pensam os professores de Biologia?

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 25 de abril de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem - Orientador
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª Andrea Silva Gino
Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª Fatima de Cassia Oliveira Gomes
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª Leila Saddi Ortega
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Ivo de Jesus Ramos
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

*Dedico aos meus irmãos Marco Aurélio e Raphael,
sem o amor, a amizade, a compreensão e a ternura de vocês,
nada disso seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Ronaldo Luiz Nagem, meu orientador, pelo carinho, paciência e apoio.

A Deus, por me proporcionar força, persistência e saúde para conseguir alcançar minhas realizações e tarefas nessa vida.

À professora Dr^a. Leila Saddi Ortega, pelo incentivo, pela imensa dedicação e por aquelas doces palavras ditas em momentos de insegurança e dúvidas.

Aos professores Dr. Alexandre Ferry, Dr. Ivo de Jesus e Dr. José Geraldo Pedrosa, pela preocupação, conselhos e por compartilharem suas experiências e conhecimentos.

Aos colegas do GEMATEC: Cristiane, Eliane Mercês, Glaucia Murta, Maria de Fátima Marcelos e Rangel Sales, pelas dicas, conversas, desabafos e pelo enorme carinho.

A toda equipe pedagógica do curso de Ciências Biológicas a Distância da UFMG, em especial aos meus amigos e companheiros: Augusto Aires, Isabela Moreira, Mônica Santos e Tatiane de Almeida, pela confiança, apoio e zelo.

À equipe da Orquestra Sinfônica de Minas Gerais, especialmente ao músico Rogério Vieira, pela dedicação e benevolência em contribuir para a construção do conhecimento.

Aos meus pais, pelo amor incondicional e pela amizade; aos meus irmãos pela ternura e paciência; à minha querida tia Eliane Moreira pelo afeto e compreensão.

A minha irmã fraternal, Carolina Rezende de Souza pelo amor, carinho e preocupação.

A todos os professores que participaram e contribuíram para a construção dessa pesquisa, sou-lhes muito grata.

Ao grupo de pesquisa GEMATEC, por todas as discussões e trocas de experiências.

Aos meus alunos, minha fonte de inspiração.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

"O brincar livre com o corpo permite a experimentação, a criatividade e a expressão. Aprender sobre o corpo permite a liberdade de escolhas e das tomadas de decisões edificam a consciência de si e a participação pessoal no mundo." (TRINDADE, 2016, p. 15).

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo contribuir para a melhoria do ensino de Biologia no que diz respeito ao funcionamento e organização do corpo humano, mediados pelo uso de analogias como ferramenta didática. Analisamos as reflexões de professores de Ciências e Biologia sobre uma comparação entre o funcionamento e organização de uma orquestra musical com o funcionamento e organização do corpo humano. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa em três etapas: i) teste piloto, cujo objetivo principal foi realizar uma sondagem inicial sobre essa comparação percebida pelos professores; ii) análise de livros de Biologia, especificamente os capítulos referentes à Fisiologia Humana, sobre as expressões analógicas estabelecidas sobre o corpo humano; iii) aplicação de questionário e entrevistas por grupo focal, objetivando um aprofundamento sobre a percepção pelos professores acerca da comparação proposta. Os resultados apontam que: a) as percepções dos professores têm uma variação devido à apropriação que eles fazem sobre o tema, ou seja, está relacionada aos conhecimentos e experiências prévias distintas; b) as expressões analógicas analisadas em livros didáticos, na maioria das vezes, são simples e com poucas comparações enriquecidas; c) a comparação sobre a orquestra musical com o corpo humano é uma analogia com um potencial didático considerável que, se aplicada por meio de metodologias apropriadas que visem ao uso de analogias como recurso didático, pode contribuir sobremaneira para o ensino sobre o corpo humano.

Palavras-chave: Analogias. Ensino em Ciências. Corpo humano.

ABSTRACT

The aim of this research was to contribute to the improvement of Biology teaching with respect to the functioning and organization of the human body, mediated by the use of analogies as a didactic tool. We analyzed the reflections of teachers Science and Biology's teachers about a comparison between the acting and organization of a musical orchestra with the functioning and organization of the human body. For this, a qualitative research was carried out in three stages: i) pilot test, whose main objective was to carry out an initial survey about this comparison perceived by the teachers; ii) analysis of Biology books, specifically the chapters referring to Human Physiology, about the analogical expressions established on the human body; iii) application of questionnaire and interviews in focus group, aiming a deepening on the perception by the teachers about the proposed comparison. The results shows :a) the teachers' perceptions have a variation due to the appropriation that they make on the subject, that is, they are associated with the different previous knowledge and experiences; b) the analogical expressions analyzed in textbooks, mostly, are simple and with few enriched comparisons; c) The Comparison of the musical orchestra with the human body is an analogy with a considerable didactic potential that, if applied through appropriate methodologies that aimed the use of analogies as a didactic resource, can contribute greatly to teaching about the human body.

Keywords: Analogies. Science Teaching. Human Body.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Comparações quantitativas encontradas nas coleções analisadas em livros de Biologia PNDL 2015/2017 - distribuídas de acordo com os sistemas funcionais.....	62
TABELA 2 - Porcentagem das comparações encontradas nas coleções analisadas em livros de Biologia PNDL 2015/2017 sobre o corpo humano , distribuídas de acordo com os sistemas funcionais	63
TABELA 3 - Construção preliminar das semelhanças entre um Corpo Humano (domínio alvo – DA) e uma Orquestra Musical (domínio base – DB), estabelecidas pelos cinco professores de Ciências e Biologia da rede estadual de ensino de Minas Gerais	66
TABELA 4- Análise do percentual de concordância ou discordância das perguntas referentes ao questionário, com as principais opiniões dos professores participantes, de acordo com as três categorias.....	88
TABELA 5- Respostas das seis perguntas de foram resumida daqueles participantes do grupo focal	98

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEFET- MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CEPE	Centro Pedagógico Educar
DA	Domínio Alvo
DB	Domínio Base
EAD	Educação a Distância
EJA	Educação de Jovens e Adultos
GEMATEC	Grupo de Estudos de Metáforas e Analogias na Tecnologia na Educação e na Ciência
GFD	Grupo Focal De Discussão
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
MECA	Metodologia de Ensino com Analogia
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
RCAAP	Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal
SCIELO	Scientific Electronic Library on Line
SNC	Sistema Nervoso Central
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Frequência das comparações entre entidades de interesse científico sobre o corpo humano, ou partes dele, e algum correspondente análogo presente em três coleções de Biologia do PNL D 2015 -2017.....	62
GRÁFICO 2 - Rede de atuação profissional dos professores participantes que responderam ao questionário - 2017	72
GRÁFICO 3 - Nível de atuação dos professores participantes que responderam ao questionário – 2017	75
GRÁFICO 4 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 4 - 2017	77
GRÁFICO 5 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 5 - 2017	79
GRÁFICO 6 - Distribuição dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 7 - 2017	80
GRÁFICO 7 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 9 - 2017	81
GRÁFICO 8 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 6 - 2017	83
GRÁFICO 9 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente. Referente à pergunta 8 -2017.....	84
GRÁFICO 10 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente. Referente à pergunta 10 -2017.....	86
GRÁFICO 11 - Porcentagem geral de todas as perguntas do questionário em relação à escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente -2017	87

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Comparação entre as metodologias aplicadas ao uso de analogias MECA e TWA.....	29
QUADRO 2 - Padrão de representação sugerido pela Teoria do Mapeamento Estrutural e suas correspondências entre os domínios.....	45
QUADRO 3 – Padrão de representação das correspondências estruturais no mapeamento das similaridades envolvidas numa comparação.....	47
QUADRO 4- Quadro comparativo das semelhanças e diferenças entre o funcionamento do corpo humano e uma orquestra musical estabelecida por um professor participante.	51
QUADRO 5 - Questionário para avaliar a percepção de professores de Ciências e de Biologia em relação à comparação “Organização e Funcionamento do Corpo Humano e Organização e Funcionamento da Orquestra Musical”.....	55
QUADRO 6 - Quadro comparativo de estruturas semelhantes e diferentes entre a cidade e o corpo humano - elaborado pelo professor 1.....	68
QUADRO 7 – Quadro comparativo de estruturas semelhantes e diferentes entre um carro e o corpo humano - elaborado pelo professor 2.....	70
QUADRO 8 - Comentários de um professor de Biologia questionando duas correspondências em relação à comparação "Corpo Humano <i>versus</i> Orquestra Musical".....	93
QUADRO 9 - Comentários dos professores participantes mediante as questões apresentadas no grupo focal e considerações – 2017.....	95
QUADRO10 - Mapeamento estrutural II- Comparação entre uma orquestra música (DB) e um corpo humano.....	99
QUADRO 11 - Comparação das estruturas relacionadas nos dois mapeamentos estruturais.....	102

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1 INTRODUÇÃO	16
2 AS ANALOGIAS.....	21
2.1 Conceitos	21
2.2 Analogias no Ensino de Ciências.....	23
2.3 As Metodologias Utilizadas no Ensino com Analogias.....	27
2.4 Percepções do Uso de Analogias por Professores	30
3 O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM SOBRE O CORPO HUMANO ...	33
3.1 Ensino de Ciências	33
3.1.1 O ensino sobre o corpo humano	34
3.2 Metodologia e Recursos Didáticos Utilizadas no Ensino Sobre o Corpo Humano.....	37
3.3 O Uso de Analogias Sobre o Corpo Humano	39
4 REFERENCIAL TEÓRICO	43
4.1 Metodologias de Ensino com Analogias	43
4.2 Mapeamento Estrutural.....	44
4.2.1 Restrições psicológicas para o uso de analogias	45
4.2.2 Representação do mapeamento estrutural adotado para as análises neste trabalho	46
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
5.1 Participantes	49
5.2 Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano, em Livros Didáticos de Biologia.....	50
5.3 Projeto Piloto.....	51
5.4 Percepções de Docentes Quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação em Estudo	54
5.4.1 Questionários	54
5.4.2 Grupo focal de discussão (GFD)	58
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
6.1 Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano em Livros Didáticos de Biologia.....	61
6.1.1 Livros didáticos	61
6.2 Projeto Piloto	66
6.2.1 Comparação do corpo humano com outro domínio base.....	68
6.3 Discussões das Percepções de Docentes Quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação.....	72
6.3.1 Análise dos questionários	72
6.3.2 Análise qualitativa dos questionários	92
6.3.3 Reconstrução da correspondência: nova proposta de correspondências, após a contribuição dos professores participantes do questionário.....	92
6.3.4 Análise do grupo focal.....	93
6.3.5 Discussões das restrições psicológicas	98
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
Limitações	105
REFERÊNCIAS	106
APÊNDICES.....	114

ANEXOS	150
---------------------	------------

APRESENTAÇÃO

Sou graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Itaúna, Minas Gerais, no ano de 2007 e especialista em Educação Ambiental pela Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, no ano de 2010. Comecei a lecionar em 2005, quando estava no 2º período da graduação, na Escola Estadual Deputado Renato Azeredo, no município de Vespasiano, Minas Gerais.

Em 2006, me mudei para a cidade de Itaúna, onde lecionei na zona rural. Fui contratada para desenvolver atividades didáticas na Escola Municipal Dona Dorica, cujo público era constituído por estudantes do sexo masculino. Era uma escola de horário integral e os estudantes contavam com aulas de música, marcenaria, horticultura, além do ensino fundamental II.

Em 2007, concluí minha graduação e, retornando a Belo Horizonte, passei a lecionar Biologia e Ciências na Escola Estadual Inês Geralda de Oliveira, na qual permaneci durante sete anos como professora. Naquele mesmo ano, comecei a lecionar em pré-vestibulares: Pré-PUC e Pré-UFMG e, também, em cursos supletivos.

Em 2008, iniciei a especialização em Educação Ambiental pela Universidade Cândido Mendes, com o objetivo de me especializar em alguma área da educação e podendo, assim, contribuir para a formação da cidadania dos estudantes. Concluí essa formação com o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "As águas do Rio Piracicaba como bioindicadores".

Em 2009, lecionei os conteúdos "Saúde Pública" e "Saneamento Básico" na escola Técnica Conhecer, em Belo Horizonte. O público era diferente daquele ao qual eu estava habituada, posto que era uma escola de nível técnico. Percebi que essa experiência tornou-se uma vantagem, vendo-a, assim, como um desafio.

Em 2010, lecionei o conteúdo de Ciências no Centro Pedagógico Educar (CEPE) - Rede Promove. Foi nessa escola que comecei a perceber, de fato, a importância das aulas práticas. Havia um pequeno laboratório que contava com uma estrutura física limitada, nem sempre havia os materiais necessários para o desenvolvimento das práticas. Foi quando surgiu a ideia de fazer um levantamento sobre quais práticas das aulas de Ciências poderiam ser realizadas sem que houvesse a necessidade de um laboratório sofisticado. Para tanto, elaborei um acervo contendo várias práticas que poderiam ser realizadas sem um laboratório específico e a cada quinze dias efetivava uma das propostas. O interesse pelos estudantes era explícito durante essas aulas e o tema que mais se destacou foi o corpo humano.

A partir desse cenário, concebia ideia de organizar um evento na escola e o realizei na proposta de uma feira de ciências (Anexo A), em que todos os alunos estavam inseridos. Cada turma desenvolveu um trabalho de acordo com o conteúdo que estudava naquele momento. Os estudantes do 8º ano desenvolveram um projeto sobre o funcionamento do corpo humano, o qual foi realizado por meio de métodos baseados em modelos. Os estudantes confeccionaram todo o material para a realização do trabalho, utilizando materiais descartáveis, como papelão, e plásticos.

Em 2011, quando ainda estava no CEPE, fui aprovada no processo seletivo para tutoria do Curso de Ciências Biológicas a distância, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde exerço a função de tutora até o momento.

Na tutoria, fui responsável pelas seguintes disciplinas: Didática I e II, Educação ambiental, Ecologia humana, Temas atuais em saúde e meio ambiente, Ecologia de ecossistemas, Parasitologia, Desenvolvimento embrionário e acompanhamento em saídas de campo. As monitorias, nesses cursos, geralmente são realizadas em laboratórios por meio de aulas práticas, modelagem ou debate sobre os temas da aula. Essas atividades são desenvolvidas nas seguintes cidades: Araçuaí, Frutal, Governador Valadares, Montes Claros e Teófilo Otoni.

Entre os anos de 2011 a 2013, lecionei na Rede Estadual de Minas Gerais e exerci, concomitantemente, a tutoria na UFMG.

No ano de 2014, fui transferida para a Escola Estadual Afrânio de Melo Franco, na qual lecionei para Educação de Jovens e Adultos (EJA) nos níveis fundamental e médio e, também, para o 2º e 3º ano do ensino médio regular e, por fim, encerrei minhas atividades na Escola Estadual Inês Geralda de Oliveira, na qual lecionara por sete anos.

No ano de 2014, comecei a lecionar o conteúdo de Biologia no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) e permaneci na instituição até 2015 como professora substituta.

No ano de 2014, através de colegas de trabalho do CEFET, obtive informações sobre o trabalho desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Metáforas e Analogias na Tecnologia na Educação e na Ciência (GEMATEC). Nesse mesmo ano, cursei a disciplina isolada *Analogias e Metáforas no Ensino em Ciências*, ministrada pelo professor Dr. Ronaldo Luiz Nagem, no Mestrado em Educação Tecnológica. Foi a partir dos encontros realizados no curso dessa disciplina que foi despertando em mim interesse e a curiosidade sobre o uso de analogias e metáforas como ferramentas pedagógicas.

Ao final do mesmo ano, participei do processo seletivo para o Programa de Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG, no qual fui aprovada.

No ano de 2015, já matriculada no Mestrado, ao cursara disciplina optativa intitulada “Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências e Tecnologia”, ministrada pelo professor colaborador Alexandre da Silva Ferry, pude ter o primeiro contato com estudos e literatura específica sobre analogias e metáforas no ensino de ciências, momento em que pude corroborar, teoricamente, a partir dos estudos de Mortiner, o pressuposto de que o uso de analogias e metáforas, como ferramentas metodológicas, pode, de fato, facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Durante o curso da referida disciplina, o professor propôs que os estudantes desenvolvessem, como atividade final, a elaboração e apresentação de uma analogia como recurso mediador de ensino, a partir de um conteúdo referente à sua área específica de formação ou atuação.

A partir desse momento, comecei a realizar pesquisas e leituras sobre o tema, quando, em um determinado *blog*¹, uma pergunta despertou minha curiosidade e interesse: que relação existe entre o corpo humano e uma orquestra musical? Foi, então, que tive a ideia de elaborar uma atividade didática que se baseava na comparação entre a organização e o funcionamento do corpo humano com a organização e funcionamento de uma orquestra musical. Para realização desta atividade didática, utilizei como referencial teórico a "Teoria do Mapeamento Estrutural" de Gentner (1983). Esse trabalho resultou em um artigo científico que foi apresentado em um congresso internacional.

No ano de 2016, como bolsista da CAPES, dediquei-me exclusivamente à pesquisa de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica no CEFET- MG.

¹Após esse tema se tornar o objeto de estudo da pesquisa, realizamos várias buscas na internet sobre o referido blog com o objetivo buscar mais informações, mas não encontramos o blog citado nesse segundo momento.

1 INTRODUÇÃO

As possibilidades pedagógicas são práticas educativas no âmbito educacional, visando contribuir com o processo de ensino e aprendizagem por meio de estratégias e métodos didáticos. Diversas são as possibilidades pedagógicas de abordagem em sala de aula dos conteúdos didáticos realizadas por um professor, como por exemplo, aulas lúdicas, práticas, exibição de vídeos, recursos tecnológicos, uso de analogias, além das aulas expositivas.

Lacerda (2014) compreende que:

Os recursos e as ferramentas disponíveis podem ser entendidos como oportunidades de ampliação das possibilidades pedagógicas da prática docente e, conseqüentemente, a abertura de caminhos profícuos para melhorias na aprendizagem. O desafio está em construir junto com os estudantes uma visão crítica das informações que circulam e adequá-las ao discurso científico e aos conceitos formais. Tal desafio pode significar um paradigma no plano educacional (LACERDA, 2014, p.158).

Com relação ao uso de analogias no processo de ensino e aprendizagem, possivelmente essa ferramenta pedagógica apresenta um potencial pedagógico de relevância a ser considerado, estabelecendo uma contribuição para tais desafios relacionados ao processo educativo. As analogias vêm sendo utilizadas em diversas áreas, principalmente nas Ciências. Desde a antiguidade os filósofos já faziam o uso das analogias. E, cada vez mais, apresentando uma relevância ao longo da história da educação.

As analogias são figuras de linguagem utilizadas no processo cognitivo e auxiliam na construção do conhecimento científico, bem como facilitam o processo de ensino e aprendizagem (DUARTE, 2005; FERRAZ; TERRAZZAN, 2003). De acordo com Mortimer (2000), o uso de linguagem analógica e metafórica com a utilização de linguagem menos rígida e impessoal contribui com esse processo.

Percebemos que, no âmbito educacional, as analogias apresentam vantagens, porém desvantagens também. Sobre as vantagens podemos relatar algumas: constitui um recurso didático, possibilita a verificação de aprendizagem, podemos usar termos mais simples e familiares ao estudante, estimula a elaboração de hipóteses e soluções de problemas. Entre as desvantagens podemos observar algumas: conceitos equivocados, diferença no entendimento entre o que se transmite e o que é recebido pelo estudante e analogia similares podem evocar processos de raciocínio equivocados (NAGEM *et al.*, 2003).

O uso das analogias, às vezes, ocorre sem percebermos, ou seja, de maneira espontânea. Quando, o professor faz o uso de analogias, ele deve estabelecer certo cuidado e precaução. Eles devem adotar uma sistematização e uma metodologia apropriada para que a analogia não tenha a função invertida, em lugar de ser um meio facilitador pode dificultar no processo de ensino.

Propondo contribuir com alguns dos desafios na área das Ciências, observei que, no decorrer desses anos, alguns estudantes apresentam muito interesse em relação ao tema “corpo humano”, mas também apresentam dificuldades na aprendizagem dessa temática e, às vezes, não absorvem de fato a transmissão do conhecimento.

Essas dificuldades possivelmente ocorrem devido a alguns motivos: o principal motivo dessa dificuldade é que quando o corpo humano é ensinado aos estudantes sobre a sua organização e funcionamento, esse é fragmentado em sistemas funcionais, podendo, assim, confundi-los, já que o corpo humano funciona como um todo e não fragmentado. Diante dessa situação, percebendo que há um problema sobre o ensino dessa temática, então propusemos a seguinte questão: essa comparação pode ser vista como um conjunto harmônico, assim como o funcionamento do corpo humano, sem suas fragmentações? E como essa comparação pode contribuir para a melhoria no processo de ensino sobre o funcionamento do corpo humano?

Também devemos considerar outros aspectos com relação a essa dificuldade de compreensão, por ser um tema abstrato e com uma linguagem bem específica e de não conhecimento comum por parte dos estudantes, pois, a nomenclatura na área de ciências na maioria é de origem do latim e do grego. E, também, em certas ocasiões o uso impróprio ou exagerado das metodologias, como por exemplo, aulas expositivas ou uso do livro didático, ou até mesmo interligando esses problemas à má formação dos professores. Sendo assim, acreditamos que algumas metodologias visam a indicar alguns caminhos que tendem a facilitar o processo de ensino e aprendizagem como, por exemplo, analogia, metáforas e modelos.

Corroboramos, assim, os pensamentos de Mortiner (2000), Duarte (2005) e Ferraz & Terrazzan (2003), e diante dessa questão elaboramos um artigo científico, intitulado “Análise de uma atividade de Ciências sobre o Corpo Humano à Luz da Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias” (PORTELA *et al.*, 2015, Apêndice A), o qual foi apresentado no evento científico internacional “*Conferencia de La Asociación Latino americana de Investigación em Educación em Ciencias*”. A questão norteadora deste trabalho foi: quais as implicações, em termos de possibilidades e limitações, de uma atividade de ensino mediada por uma analogia para a compreensão de um tema específico das ciências – o corpo humano?

Percebemos que a comparação entre a organização e funcionamento do corpo humano e a organização e funcionamento de uma orquestra musical provavelmente trata-se de uma comparação sistemática e com foco relacional, existentes entre os dois domínios, ou seja, domínio alvo que nesse caso é o corpo humano, com o domínio base que é a orquestra musical.

Diante dos resultados apresentados nesse artigo, percebemos a relevância desta comparação como recurso mediador de ensino desta temática e resolvemos investigar com mais detalhamento. Dessa maneira essa pesquisa de dissertação visa contribuir com o processo de ensino sobre o corpo humano mediado por uma comparação entre o funcionamento e a organização de uma orquestra musical. Dessa forma, buscamos analisar as possibilidades pedagógicas por meio do que pensam os professores de Ciências e Biologia sobre essa comparação. Ressaltamos que essa pesquisa foi focada para o segmento do ensino médio, mas, se adaptada, é possível sua aplicação para outras esferas.

Para desenvolvermos essa pesquisa realizamos uma revisão bibliográfica, buscamos na literatura informações relevantes relacionadas ao tema de estudo “o corpo humano”, na maioria das vezes trabalhos realizados nos últimos cinco anos.

Fomos orientados mediante a pergunta: Como se compreende o uso de analogias no ensino em Ciências, evidenciando a temática “corpo humano”?

A partir do objeto de pesquisa “a comparação do corpo humano”, nossa leitura foi conduzida pelas seguintes etapas: tema da pesquisa, título, palavras chave e resumo. Mediante esses critérios, selecionamos os artigos, periódicos e livros que condiziam com o objetivo da pesquisa.

Para identificarmos as pesquisas já desenvolvidas nessa temática, tivemos como referência de busca na plataforma CAPES, nas bases de dados Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP), *Scientific Electronic Library on Line* (SciELO) e Google Acadêmico, por meio de palavras-chave: Educação em Ciências; Ensino do corpo humano; Metodologias de ensino no Ensino de Ciências; Percepção de professores; Analogias no ensino de ciências; Analogias sobre o corpo humano.

Com isso, o objetivo desse trabalho é realizar um estudo capaz de avaliar as possibilidades pedagógicas de uma comparação entre o corpo humano e uma orquestra musical no processo de ensino relativo à fisiologia humana. O que pensam os professores sobre essa comparação? A pesquisa foi orientada de acordo com as seguintes questões:

- a) Quais são as expressões de comparação presentes em livros didáticos de biologia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) sobre o corpo humano?

- b) Quais semelhanças e diferenças entre o corpo humano e uma orquestra musical são identificadas por professores da Rede Estadual de Ensino em Minas Gerais/Brasil, por meio da Metodologia de Ensino com Analogia (MECA)?
- c) Quais as correspondências possíveis de serem identificadas na comparação entre o corpo humano e uma orquestra musical por meio do mapeamento estrutural de Gentner?
- d) Qual o potencial pedagógico desta comparação: o que pensam professores de Biologia do Ensino Básico?

Objetivando responder a essas questões norteadoras e a questão problema, o estudo foi guiado e estabelecido através de revisões bibliográficas, teorias e procedimentos metodológicos.

A seguir, apresentamos a organização desse trabalho de pesquisa, descrevendo, sucintamente, os conteúdos abordados nas diversas etapas.

Na **Introdução**, fizemos uma breve contextualização do tema da pesquisa, apresentamos os objetivos, justificativa e apontamentos acerca das questões de pesquisa que nortearam este estudo.

No Capítulo 2 – **As analogias no ensino em Ciências**, apresentamos diversos conceitos encontrados na literatura sobre as analogias, bem como considerações acerca da importância delas no ensino em Ciências: suas vantagens e desvantagens, algumas metodologias apropriadas para o ensino, suas relevâncias e os modos como são aplicadas.

No Capítulo 3 – **O ensino de Ciências: uma abordagem sobre o corpo humano**, abordamos, primeiramente, um trabalho desenvolvido em Portugal, cuja temática principal é baseada na mesma comparação proposta nesta pesquisa e, em seguida, tecemos considerações sobre o ensino do corpo humano de maneira geral, visando a avaliar os desafios inerentes a esse ensino, discorrer sobre certas metodologias utilizadas para ensinar essa temática e compreender como se dá o processo de ensino a partir da utilização de analogias sobre o corpo humano, utilizadas pelos professores.

Já no Capítulo 4 – **Referencial teórico**, apresentamos a Metodologia de Ensino com Analogias (MECA) e o Mapeamento Estrutural.

O Capítulo 5 – **Procedimentos metodológicos**, apresenta os aspectos da pesquisa, os procedimentos adotados e os instrumentos utilizados.

O Capítulo 6 – **Resultados e discussões**, apresenta os resultados da pesquisa e faz uma discussão integrando as etapas metodológicas, ou seja: a) comparações empregadas para o ensino do corpo humano em livros de Biologia; b) Projeto Piloto contendo sondagem inicial

sobre essa comparação percebida pelos docentes; c) Percepções docentes acerca do potencial pedagógico relacionado ao uso das analogias no ensino de Ciências.

E, por fim, nas **Considerações finais**, apresentamos uma síntese da pesquisa, enfatizando nossas observações sobre o uso das analogias sobre o corpo humano no ensino de Ciências, e tecemos considerações acerca da comparação entre o corpo humano e uma orquestra musical, admitindo suas potencialidades como um recurso pedagógico.

2 AS ANALOGIAS

2.1 Conceitos

O conceito de analogia, de acordo com a literatura que trata da questão, é complexo e conta com uma ampla variação de acepções.

Abbagnano (2007), ao conceituar analogia, percebe que:

Esse termo tem dois significados fundamentais: 1º o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivale à proporção) de igualdade de relações; 2º o sentido de extensão provável do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas (ABBAGNANO, 2007, p. 55).

Segundo Abbagnano (2007), os filósofos Platão e Aristóteles empregaram o termo visando o raciocínio matemático, especificamente a proporção. Já na filosofia moderna e contemporânea, o termo tem sido empregado na perspectiva do segundo significado, ou seja, concernente ao uso de semelhanças genéricas que podem ser transportadas de uma situação para outra de modo a estabelecer uma comparação.

Para Glynn (1991), o análogo é o domínio com base para comparações estruturais, ou seja, o que já é familiar, sendo que o objetivo é o domínio a ser explicado (alvo).

Duit (1991) aborda as diferenças entre esses conceitos. Segundo o autor, tanto as analogias quanto as metáforas expressam comparações e destacam semelhanças, mas fazem-no de maneiras distintas. Uma analogia é uma comparação explícita das estruturas de dois domínios. Já a metáfora compara a implicação, destacando atributos ou categorias relacionais que não coincidem em dois domínios. Isto é, a analogia é mais sólida e explícita; a metáfora é implícita e mais abstrata. O autor destaca, ainda, que a analogia é comumente confundida com exemplos, mas ressalta que esses não abrangem comparações e, sim, conceitos. No entanto, pelo fato de muitos exemplos fornecerem dados para descrever as características de um conceito, podem ser tomados numa relação analógica, embora não sejam analogias de fato. Pois nesse caso já as comparações estabelecidas entre os domínios. Por fim, na perspectiva desse autor, as analogias e modelos são confundidos, também, em relações conceituais. Para o autor, o que determina um modelo é quando há relações analógicas que originam. Ou seja, são representações parciais estruturalmente análogas aos domínios comparados.

Conforme Nagem *et al.* (2003), uma analogia compara, explicitamente, as estruturas entre dois domínios: o domínio base, que é o conhecido; e o domínio alvo, que é aquele que

se pretende explicar. Ressalta-se que esses domínios indicam a identidade e as partes das estruturas.

De modo semelhante, Rigolon & Obara (2010) afirmam que as analogias são comparações feitas entre domínios base (conhecido) e domínio alvo (desconhecido) e que podem ser usadas no ensino para propiciar a construção de conceitos novos, pois permitem transferir o conhecimento de uma área para outra, facilitando a assimilação de novos conhecimentos ao se fazer comparações entre um domínio observável (concreto) e um não observável (abstrato).

Em revisão realizada por Duarte (2005), ela relata a diversidade de conceitos sobre as analogias:

Ao percorrermos a literatura deparamo-nos com várias definições de analogia, de acordo com as perspectivas teóricas dos autores. Assim, para alguns, a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita de duas “coisas”, uma definição de informação nova em termos já familiares (Newby, 1987), ou um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido (Glynn, 1991). Outros ainda, como Duit (1991) e Treagust *et al* (1992), definem a analogia como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido; demarcam-se, deste modo, da consideração da analogia como uma mera comparação entre semelhanças superficiais, entre atributos presentes nos domínios considerados. Os autores aproximam-se, nesta formulação, à distinção feita por Gentner (1988) entre quatro tipos de similaridades – “analogia” (*analogy*), “semelhança literal” (*literal similarity*), “abstração relacional” (*relational abstraction*) e “simples aparência” (*mere-appearance match*) – e onde apenas a última se refere ao simples cartografar de atributos (DUARTE, 2005, p. 08).

De acordo Bozelli & Nardi (2006), as analogias são figuras de linguagem usadas como recurso mediador nos processos de ensino e aprendizagem, sugerem ser o raciocínio analógico a fonte da compreensão.

Assim como Duit (1991), Rodrigues (2014) também adverte que o uso de analogias e metáforas como “figuras de linguagem”, muitas vezes são utilizadas na produção de conhecimento científico de forma sinonímica, levando, assim, à possibilidade de ocorrer erros quando usados como recursos para a aprendizagem. Isso se deve, sobretudo, às suas dimensões polissêmicas e, conseqüentemente, à possibilidade de serem permutáveis.

Visando a diferenciação entre modelo e analogias, Mozzer & Justi (2015) percebem que o modelo é produto de um raciocínio analógico, enquanto as analogias são os instrumentos, as “pontes” para a elaboração desses modelos.

A partir das abordagens conceituais apresentadas, possivelmente ressaltamos que, de modo geral, as analogias são utilizadas como comparações, similaridades entre o conhecido e

o desconhecido. Já os modelos são representações de uma maneira geral e, por fim, as metáforas são figuras de linguagem, de caráter implícito e abstrato.

2.2 Analogias no Ensino de Ciências

O homem, por meio da Ciência, sempre procurou esclarecer alguns questionamentos sobre determinados fatos e fenômenos, sejam eles físicos, químicos ou biológicos. Conforme Oliveira (2013), as explicações a esses questionamentos são construídas com base em entidades que, por não serem observáveis e vivenciadas e terem caráter abstrato, são desconhecidas pelo senso comum.

As analogias são utilizadas desde o Século IV a.C. pelos grandes filósofos, como Platão e Aristóteles. Platão, por exemplo, em um monólogo, utilizou-se de uma analogia comparando o bem com o sol, em que o bem desempenharia, no mundo inteligível, o mesmo papel que o sol desempenha no mundo sensível (MORA, 1978).

Nas últimas décadas, o crescimento do interesse por parte de pesquisadores da área de Educação em Ciências pelo papel e uso de analogias de conceitos científicos no ensino têm sido consideráveis, tanto no âmbito nacional quanto internacional (GENTNER, 1983; DUIT, 1991; NAGEM *et al.*, 2001; DUARTE, 2005; MARCELOS; FERRY, 2013; MOZZER; JUSTI, 2015).

Entre os trabalhos de abrangência internacional de maior relevância, seja no campo da Psicologia Cognitiva ou no da Educação em Ciências, destacam-se os da Dedre Gentner e seus colaboradores. Esses trabalhos têm como referencial teórico a Teoria do Mapeamento Estrutural (*Structure-mapping theory*) das analogias, publicado no início da década de 1980 (GENTNER, 1983).

Destaca-se, também, a revisão feita por Duarte (2005), a qual menciona a publicação de um número temático da revista *Journal of Research on Science Teaching*, publicado em 1993, com o título *Special Issue: The Role of Analogy in Science and Science Teaching*. Duarte afirma que os trabalhos publicados nesse número temático se orientam para enfoques diversos sobre a utilização das analogias e podem ser agrupados em quatro diferentes linhas de investigação, sejam elas: 1ª) utilização e exploração didática de analogias; 2ª) características das analogias em manuais escolares; 3ª) presença das analogias na prática dos professores de Ciências; 4ª) concepções de professores sobre o papel das analogias no processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho permitiu à autora discutir a importância dos estudos sobre analogias e seu papel no processo de ensino e aprendizagem.

No âmbito nacional, destacamos os estudos de: Ferraz & Terrazzan (2002); Kalamar & Machado (2014); Marcelos & Ferry (2013); Mozzer & Justi (2015); Nagem *et al.* (2003); Nagem *et al.* (2016); Santos, Terán & Silva-Forsberg (2016); e Soares, Ferraz & Justina (2008), dos quais abordaremos algumas considerações desses autores sobre o tema.

As analogias, quando utilizadas como ferramentas didáticas, proporcionam ao estudante uma compreensão melhor dos conceitos científicos, fazendo com que ocorra a aproximação para entendimento de um dado problema. Nesse sentido, o professor deve considerar a realidade dos estudantes, estabelecendo uma aproximação entre os dois domínios: o familiar (análogo) e o desconhecido (alvo) (SOARES; FERRAZ; JUSTINA, 2008).

No estudo realizado por Nagem *et al.* (2003), os autores afirmam que pouco se sabe sobre como as analogias são usadas na sala de aula. Ressaltam que quando um professor utiliza esse método, ele reconhece a importância, os benefícios e limitações dessa ferramenta, mas não possui um bom repertório e não é confiante no uso eficaz dela, motivos pelos quais carecem da adoção de critérios metodológicos e de sistematização.

O uso de analogias em sala de aula tende a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, desde que realizado de maneira adequada. Conforme Kalamar & Machado (2014), essa ferramenta estabelece a conexão entre duas situações com um padrão de relação comum entre ambas, mas precisam ser simples e com linguagem clara, caso contrário, pode dificultar o processo de ensino e aprendizagem. Isto é, o uso das analogias deve ser prático e, para que alcance a sugestão do tema trabalhado, deve-se atentar para o uso adequado de uma metodologia.

Para Mozzer & Justi (2015), as analogias são ferramentas de pensamento potencialmente úteis no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para as ideias abstratas ou para aqueles assuntos ou temas não familiares ainda desconhecidos para os estudantes, ou seja, o uso de analogias tende a criar possibilidades e alternativas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

O uso de analogias, com o objetivo de mediar a compreensão de determinado fenômeno, realiza uma conexão entre essa compreensão e a produção de novos conhecimentos, reforçando o caráter histórico proposto pela Ciência e definido para a escola (SANTOS; TERÁN; SILVA-FORSBERG, 2016).

Mediante nossa revisão, podemos dizer que as analogias não apenas são mediadoras na produção do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, como, também, são potencializadoras desse processo. No entanto, há que se ressaltar, também, suas vantagens e dificuldades.

No que diz respeito às potencialidades, destacaremos, a seguir, as perspectivas de Treagust *et al.* (1989); Duit (1991); Nagem *et al.* (2003); Duarte (2005); Soares, Ferraz & Justina (2008); Bernardino, Rodrigues & Bellini (2013).

De acordo com Treagust *et al.* (1989)², as vantagens que as analogias proporcionam no processo de aprendizagem são, especialmente, em assuntos difíceis, onde podem considerar o conhecimento prévio dos estudantes com que mais os interessa, ou seja, as analogias podem estimular, correlacionar conceitos abstratos com o que já é conhecido. Assim como Duit (1991), os autores concordam que as analogias criam abertura a novos pontos de vista e estabelecem possibilidades. Duit (1991) aponta as analogias como uma ferramenta na construção de aprendizagem, pois possibilita que os estudantes tenham novas perspectivas, pode ser uma estratégia motivadora e pode estimular para que o professor considere o conhecimento prévio dos estudantes.

Possibilita a verificação de aprendizagem – podemos usar termos mais simples e familiares ao estudante – estimula a elaboração de hipóteses e soluções de problemas, promove a mudança conceitual dos estudantes e torna as aulas mais variadas e motivadas (NAGEM *et al.*, 2003). As analogias provêm caminhos e possibilidades na construção do conhecimento.

Para Duarte (2005), ocorre a ativação do raciocínio analógico, desenvolvem a capacidade de criatividade, tomada de decisões, facilita à compreensão e visualização dos conceitos abstratos, estímulo ao interesse dos estudantes. Assim com Nagem *et al.* (2003) a autora entende também que essa ferramenta favorece a mudança e evolução conceitual, e pode ser usada para avaliar o conhecimento e a compreensão dos estudantes.

Para Soares, Ferraz & Justina (2008), as analogias auxiliam na concepção dos conceitos científicos, sendo que o professor consegue aproximar um assunto complexo de ser compreendido com a realidade em que vive o estudante, no seu cotidiano. Dessa maneira, há uma aproximação de dois domínios heterogêneos: o domínio base, que é o familiar, e o domínio alvo, que é um conhecimento científico a ser esclarecido.

² Texto de aula: “O uso de analogias no ensino da ciência: observações de sala de aula”. Projeto ABC Dados, GEMATEC, Prof. Ronaldo Luis Nagem.

De acordo com Bernardino, Rodrigues & Bellini (2013), as analogias, no âmbito da educação, apresentam-se como um recurso com grande potencial didático no processo de ensino e aprendizagem, corroborando o que diz Duarte (2005), ao observar que as analogias têm o papel de auxiliar na questão de compreensão de conceitos, e na reformulação de outros fenômenos desconhecidos. Bernardino, Rodrigues & Bellini (2013) consideram o conhecimento prévio dos estudantes, pois, assim, tende a ter uma melhor assimilação entre o domínio base e domínio alvo.

Por outro lado, há as dificuldades, como relata Treagust *et al.* (1989)³. Às vezes, os professores podem introduzir o conceito errado e se o público alvo não souber sobre analogia poderia tornar-se confuso.

Já Duit (1991) faz um alerta, pois a analogia pode iludir totalmente em razão de que uma analogia nunca está baseada em uma totalidade. Quer dizer, talvez o ideal fosse o uso das analogias com outro método utilizado no processo de ensino e aprendizagem.

Ferraz & Terrazzan (2002) observam que o professor deve possuir conhecimentos didáticos peculiares para saber usar essa ferramenta didática.

Logo as dificuldades percebidas por Duarte (2005) são as seguintes:

1. A analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; 2. Pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; 3. A analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; 4. Os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações (DUARTE, 2005, p. 12).

Assim como Duarte (2005), Nagem *et al.* (2003) percebem que conceitos equivocados podem acontecer, provocando diferenças no entendimento entre o que se transmite e o que é recebido pelo estudante e analogias similares desenvolvendo, assim, um raciocínio errôneo.

É importante, também, sempre ressaltar que não é adequado o uso de analogias de maneira espontânea (MARCELOS; FERRY, 2013), sem metodologia adequada, provocando equívocos de assimilação.

Contudo, percebemos que as analogias apresentam várias finalidades em ambiente escolar, sendo um recurso didático diversificado e amplo.

³ Texto de aula: “O uso de analogias no ensino da ciência: observações de sala de aula”. Projeto ABC Dados, GEMATEC, Prof. Ronaldo Luis Nagem.

2.3 As Metodologias Utilizadas no Ensino com Analogias

Como qualquer outro recurso didático, o uso das analogias também deve ser conduzido por métodos de sistematização e metodologias apropriadas. Não deve ser um modelo estabelecido de maneira automática e sem planejamento.

Para que seu uso ocorra de maneira eficaz e positiva, o professor deve considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e também a familiaridade que os estudantes tenham com o análogo alvo.

Dentre os métodos, o mais utilizado para o uso de analogia é o *Teaching With Analogies* (TWA), proposto por Glynn (1991). O autor guiou-se por duas apreciações. Primeiramente, baseou-se em análises de livros didáticos de vários níveis escolares. Em seguida, realizou observações nas aulas dos professores de ciências tidos como exemplares. A partir das análises e observações das aulas desses professores e juntamente às análises dos livros didáticos, estabeleceu seis passos que, idealmente, poderiam ser levados em consideração. Os seis passos são: a) introduzir o assunto-alvo; b) sugerir o análogo; c) identificar as características relevantes do alvo e análogo; d) mapear similaridades; e) indicar onde a analogia falha; e f) esboçar conclusões.

Mas, depois de algum tempo, alguns pesquisadores perceberam que esse método ficaria mais bem estruturado se passasse por algumas modificações:

Em 1993, Harrison & Treagust modificaram o modelo “*Teaching With Analogies*” (TWA), com o intuito de produzir um modelo sistematizado para o ensino com analogias que reduzissem a formação de concepções alternativas e intensificassem a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes (HOFFMANN; SCHEID, 2007, p. 6).

Conforme Hoffmann & Scheid (2007), as modificações foram as seguintes: no passo 1, além de introduzir o assunto-alvo a ser estudado, fazer uma breve ou completa explicação, dependendo de como a analogia será empregada; explicação deste e preparo para a apresentação do análogo; no passo 2, sugerir aos estudantes a situação análoga e, mediante discussões, estimar a familiaridade dos estudantes com o análogo, verificar o nível de familiaridade.

Observamos que em relação à primeira proposta estabelecida por Glynn (1991), as alterações de Harrison & Treagust (1993) sugerem que o método fica mais complexo e abre

caminhos para novas possibilidades, considerando o conhecimento que os estudantes já possuem sobre o análogo (domínio base). Percebemos, também, que talvez fosse viável fazer a explicação, seja ela breve ou não, mediante o objetivo, pois entendemos que de acordo com o objetivo da proposta, a sua explicação pode se alterar.

Já no passo 3: identificar as características relevantes do análogo, explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo. Ou seja, explorando mais a familiaridade que os estudantes obtêm em relação ao domínio base (análogo). No passo 4: mapear as similaridades entre alvo e análogo, os estudantes auxiliados pelo professor identificam as características relevantes do conceito-alvo e estabelecem as correspondências com as características relevantes do análogo, isto é, estruturar e elencar melhor suas relações, atributos e correspondências entre os domínios base (análogo) e alvo. No passo 5: identificar onde a analogia falha, buscar concepções alternativas que os estudantes possam ter desenvolvido, indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência, apontando aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo. Nessa situação, aplicam-se as limitações das analogias, o que é normal em uma analogia, lembrando que sua presença não implica o fato de uma potencialidade e efetividade. No passo 6: esboçar conclusões sobre o alvo, organizar um relato resumido sobre os aspectos importantes do assunto-alvo. Talvez seja um momento mais explícito para os estudantes exporem mais suas ideias, provavelmente fosse mais interessante explorar mais esse item, pois consideramos de suma importância que ter conhecimento das relações e raciocínio analógico exposto pelos estudantes seja um fato primordial para o uso de analogias.

O modelo de TWA tende a aumentar a efetividade no ensino dos conteúdos científicos e minimizar as possibilidades de reforçar as concepções alternativas dos estudantes. As concepções alternativas são ideias que os estudantes trazem para o ensino formal e que geralmente não se ajustam com o conhecimento científico elaborado (SOARES; FERRAZ; JUSTINA, 2008). Isto é, esse método propõe o crescimento e a construção do conhecimento científico do estudante, favorecendo as ideias e atitudes mais relacionadas ao ensino formal.

Relatamos um pouco sobre o método TWA, mas existem outras metodologias que são aplicadas como, por exemplo, a Metodologia de Ensino com Analogias (MECA). Essa metodologia compõe o referencial teórico dessa pesquisa, pois percebemos que apresenta algumas vantagens em relação ao método TWA, como afirma Marcelos & Ferry (2013) em cinco itens. O Quadro 1 evidencia as vantagens da MECA em relação à TWA.

Quadro 1 – Comparação entre as metodologias aplicadas ao uso de analogias MECA e TWA

Passo	MECA	TWA	Vantagem MECA sobre TWA
1	Introduz o veículo	Introduz o alvo	Leva os alunos a desenvolver suposições sobre a natureza do alvo, citando possíveis relações analógicas que o educador não considerou e que muitas vezes extrapolam o conteúdo a ser ensinado.
2	Introduz o alvo	Introduz o veículo que a autora chama analog	Desperta a curiosidade dos alunos sobre a natureza do alvo, incentivando a participação.
3	Características de veículo e alvo são listadas e comparadas, verificando semelhanças e diferenças.	Características do veículo e do alvo (analog) são listadas	Encoraja a reflexão e permite que o raciocínio analógico se desenvolva.
4	Professor e os alunos listam limites e validades da analogia comparando-as simultaneamente, verificando onde pode vir a falhar a analogia, e quão apropriado é o conteúdo proposto.	Identifica os limites da validade do análogo utilizado.	Incentiva uma atitude crítica e reflexiva do aluno, auxiliando-o a não permanecer fixado no veículo, considerando-o como se fosse o alvo.
5	Solicita a construção de uma nova analogia para explicar o alvo em questão	Síntese conclusiva do alvo (analog)	Estimula o raciocínio analógico e pode utilizá-lo como forma de avaliação

Fonte: Marcelos & Ferry (2013).

Então, de acordo com Marcelos & Ferry (2013), entendemos que a MECA proporciona mais liberdade, dando um fluxo maior à imaginação e participação dos estudantes por meio do raciocínio analógico. É possível avaliar qualitativamente e analisar a compreensão e assimilação dos conteúdos, evidenciando melhor o lado criativo e crítico dos estudantes, sendo que essas atitudes contribuem para a construção do conhecimento e espírito científico.

2.4 Percepções do Uso de Analogias por Professores

A percepção está interligada à subjetividade dos indivíduos, organização e interpretação dos estímulos a determinados fenômenos. A filosofia conceitua percepção da seguinte maneira:

Percepção alude primeiramente a uma apreensão; quando esta afecta realidades mentais fala-se da apreensão de noções. A percepção implica, pois, algo distinto da sensação, mas também da intuição intelectual a qual, como se estivesse situada no meio equidistante dos dois actos. Por isso se definiu a percepção como a “apreensão directa de uma situação objectiva”, o que supõe a supressão de actos intermédios, mas também a apresentação de um objectivo como algo por si mesmo estruturado. Este sentido dizia Locke que a percepção é um acto próprio do pensamento de tal modo que a percepção e a posse de ideias é uma e a mesma coisa (ENSAIOS) (MORA, 1978, p. 216).

Para Abbagnano (2007), percepção se conceitua da seguinte maneira:

Podemos distinguir três significados principais deste termo: 1º um significado generalíssimo, segundo o qual este termo designa qualquer atividade cognoscitiva em geral; 2º um significado mais restrito, segundo o qual designa o ato ou a função cognoscitiva à qual se apresenta um objeto real; 3º um significado específico ou técnico, segundo o qual esse termo designa uma operação determinada do homem em suas relações com o ambiente. No primeiro significado Percepção não se distingue de pensamento. No segundo, é o conhecimento empírico, imediato, certo e exaustivo do objeto real. No terceiro significado é a interpretação dos estímulos. Só no âmbito deste último significado, podemos entender o que a psicologia hoje discute como “problema da percepção” (ABBAGNANO, 2007, p. 753).

Podemos entender que a percepção está associada às atividades cognitivas humanas, estando relacionada ao ato de pensar e de se apropriar de algo. De acordo com Bacha, Strehlau & Romano (2006), percepção é um termo usado comumente no sentido de opinião ou atitude, frequentemente usado em trabalhos acadêmicos. Esse processo acontece sem que haja domínio do sujeito sobre ele, os elementos incontrolláveis da percepção estão ligados à cognição, em que o indivíduo está sujeito a vários estímulos. Em síntese, o indivíduo reconhece, seleciona, organiza e interpreta a informação que recebe do ambiente, através dos cinco sentidos.

Oliva *et al.* (2003) observaram que os professores envolvidos em sua pesquisa demonstraram que confundem a concepção de analogia. Os modelos foram utilizados com frequência de forma equivalente à analogia, ou seja, os participantes não sabem diferenciar analogias de modelos e metáforas. Todavia, em algumas situações devem imaginar que estão desenvolvendo um raciocínio analógico, mas na realidade não estão. No decorrer da pesquisa, os pesquisadores permitiram que professores participantes revisassem seus conceitos sobre as analogias e concluíram que os participantes estavam cientes das vantagens e desvantagens inerentes à utilização de analogias enquanto ferramenta mediadora de ensino. Mas verificou-se que há uma relação de crenças implícita, o que dificulta a mudança e evolução conceitual em certas situações. Isto é, além dos professores não terem o domínio das analogias, há também a relação cultural de algumas expressões que já estão enraizadas na sociedade e que nem sempre são consideradas analogias de fato.

Os professores de diversas áreas empregam o uso de analogias em suas aulas. Para Rigolon & Obara (2010), os docentes de Biologia recorrem a esse recurso para tornarem suas aulas mais compreensíveis. Mas alertam para o fato de que os conceitos não desejáveis podem ser confundidos com o que quer realmente ser ensinado e compreendido. Em um trabalho desenvolvido pelos autores sobre o uso de analogias como recurso didático por um licenciando de Biologia, demonstrou-se que os acadêmicos não possuem estratégias para usá-las como recurso pedagógico em sala de aula, deixando-as incompletas e desestruturadas. Os autores elucidam que a maioria dos acadêmicos não conseguia definir analogia e não sabia diferenciá-la de exemplos, modelos e metáfora, corroborando dessa forma Oliva *et al.* (2003). Os autores reconhecem a potencialidade das analogias como ferramentas didáticas, mas percebem que existem ainda alguns pontos nas pesquisas em analogias a serem ajustados e avaliados, percebendo, assim, que o conhecimento de analogias para o grupo pesquisado é limitado.

Concordamos com Hoffmann (2012) quando afirma que:

[...] Além de se fazer urgente a problematização do uso de analogias e metáforas na licenciatura de Ciências Biológicas, ainda se mostra necessária a discussão sobre a possível integração entre as disciplinas pedagógicas e específicas, talvez um campo profícuo para se iniciar essas discussões. Afinal, a quem cabe tratar sobre um recurso pedagógico em um curso que formam professores? Os professores de disciplinas específicas em cursos de licenciatura ensinam, mesmo que tacitamente, formas de ensinar suas disciplinas? (HOFFMANN, 2012, p. 151).

Portanto, entendemos que há necessidade de que os estudos em analogias com relação à percepção dos professores devem ser mais bem explorados e estudados, pois a maioria desses docentes percebem as analogias como ferramenta mediadora que auxiliam na compressão de conceitos, entre outras vantagens, mas não sabem, de fato, como apropriar-se delas ou praticá-las em sala de aula de maneira eficiente. Com isso, talvez fosse interessante propor disciplinas ou conteúdos no curso de formação de professores, ou seja, nas licenciaturas, visando um melhor entendimento sobre as analogias, como são aplicadas, as razões para o seu uso, as definições, entre outros conceitos similares, proporcionando dessa maneira um uso adequado das analogias em sala de aula pelos professores de diversas áreas.

No entanto, pretendemos entender nessa pesquisa como os professores percebem as analogias de uma maneira específica, o que eles pensam sobre a comparação do corpo humano com uma orquestra musical, podendo, dessa maneira, contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dessa temática.

3 O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM SOBRE O CORPO HUMANO

3.1 Ensino de Ciências

O ensino de Ciências é importante para o cotidiano do ser humano, seja qual for a área: Química, Matemática, Física ou Biologia. Cada área, com sua peculiaridade e importância, visando a explicar as diversas transformações, origens e fenômenos que nos cerca. É através da Ciência e da Biologia que o homem sempre busca mais conhecimentos e novas descobertas sobre os avanços tecnológicos, podendo, então, considerar uma área complexa, de grande importância social revelando, assim, a função da Ciência no dia a dia das pessoas.

A Ciência tende a proporcionar um conhecimento que possibilite aos estudantes mais autonomia e cidadania. É evidente a importância do conhecimento científico no dia a dia dos estudantes, mas, mesmo assim, a construção desse conhecimento e desse saber, muitas vezes, não é apropriado por parte dos estudantes.

Conforme Bezerra & Lacerda Júnior (2013), o ensino de Ciências possui uma influência perante a educação e, conseqüentemente, à sociedade, tendo uma necessidade de conhecer os desafios, devendo procurar constituir um diálogo entre o fenômeno científico e o processo educacional.

Ensinar Ciências é oferecer várias ferramentas para que o estudante possa escolher entre muitos caminhos e trilhar sua própria jornada, aquele caminho que for compatível com seus valores, com sua visão sociológica e filosófica do mundo e com as adversidades e obstáculos que irá encontrar ao longo de sua vida (KNECHTEL; BRANCALHÃO, 2009).

Mas consideramos que não seja uma tarefa fácil ensinar Ciências, pois é preciso vencer algumas barreiras, sendo uma delas: o método tradicional, adotado na maioria das vezes por parte dos professores, esse método é baseado na transmissão e recepção de informações. Uma das principais causas do uso desse método tradicional é devido à formação precária que esses professores receberam. O papel do professor é ser mediador, orientar o caminho do estudante para que ele próprio construa seu conhecimento. Percebemos, também, que a falta de recursos nas escolas contribui para o uso excessivo de aulas expositivas tradicionais. Acreditamos que por meio de outras metodologias de ensino como, por exemplo, a experimentação, o estudante se torne ativo e autônomo na construção do saber (SANTOS; CICILLINI, 2002; 2003).

Mas temos que considerar que não há uma metodologia única, funcional. Como afirma Martins (2015), não há “receitas” ou padrões metodológicos oriundos do campo pedagógico que sejam aplicáveis a priori em qualquer situação do processo de ensino e aprendizagem. Ou seja, devemos considerar cada situação, como por exemplo, a realidade e conhecimento prévio do aluno.

3.1.1 O ensino sobre o corpo humano

A educação do corpo pode ser realizada pela realidade que o circunda, pelas coisas com as quais convive, pelas relações estabelecidas em espaços definidos, delimitados por atos de conhecimentos. O corpo seria o primeiro lugar onde a mão do adulto marca a criança, primeiro espaço onde seriam impostos os limites sociais e psicológicos de determinadas condutas e ainda, o emblema onde a cultura poderia inscrever seus signos e brasões (PEDERIVA, 2005, p. 14).

Durante vários séculos, o corpo humano tem sido de grande interesse da medicina, sociologia e filosofia, em todas as culturas, podendo ser considerado um tema multidisciplinar no âmbito educacional. Segundo Moraes & Guizzetti (2016), o ser humano busca entender seu próprio corpo, passando pelas discussões filosóficas na Grécia ou por motivos religiosos e até chegar à era moderna da tecnologia.

Concordamos com Cassimiro, Galdino & Sá (2012) quando esses autores declaram que o corpo humano é um objeto de estudo de múltiplas áreas da Ciência e da Filosofia, principalmente quando suas dimensões passaram a ter um discurso interdisciplinar, existindo uma problematização sobre a identidade do corpo, seja nos aspectos culturais, sociais e filosóficos.

No aspecto cultural, o corpo humano é tratado de uma maneira unificada e com influência de pensamentos cartesianos.

Como afirma Mendes & Nóbrega (2004):

O corpo humano, ao ser comparado com uma máquina hidráulica, recebe uma educação que o considera apenas em seu aspecto mecânico, sem vontade própria, sem desejos e sem o reconhecimento da intencionalidade do movimento humano, o qual é explicado através da mera reação a estímulos externos, sem qualquer relação com a subjetividade (MENDES; NÓBREGA, 2004, p. 125).

Devido a essas diferenças, relações com o mundo neste ato contínuo de conhecer, cada corpo é particular e traz consigo uma história biológica, cultural e social. Assim, não dá para separar o corpo biológico do aspecto cultural (MENDES; NOBREGA, 2004). O assunto é considerado diversificado e passando por transformações, as quais são estabelecidas pela sociedade.

De acordo com Trivelato (2005), os caminhos que trilharam ao longo de séculos podem ter inspirado as relações com o currículo escolar sobre a temática.

No século IV (a.C.), na escola hipocrática, não havia muito conhecimento sobre a fisiologia, mas havia um conhecimento dos ossos. Talvez seja por isso que se instituiu a memorização dos nomes dos ossos no ensino fundamental. Na Idade Média houve poucas descobertas e avanços sobre o funcionamento do corpo humano; no Renascimento surgem novas técnicas como, por exemplo, a dissecação. Descobertas importantes aconteceram em aspectos anatômicos no século XVI, como por exemplo: embriologia e aparelho reprodutor. Mas o grande desenvolvimento se deu nos séculos XVII e XVIII, com o descobrimento da circulação mecânica sanguínea por W. Harvey (TRIVELATO, 2005). Podemos perceber que o ensino sobre o corpo humano se deu sempre por partes, logo, por fragmentação.

No âmbito educacional, o ensino sobre o corpo humano na ciência, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), aplica-se a alguns temas transversais, tais como a saúde e sexualidade. O tema transversal “saúde” tem como um dos blocos de conteúdo “Autoconhecimento para o autocuidado” e aborda a importância para os estudantes de se informar sobre os conhecimentos do corpo humano e sobre o seu próprio corpo, desenvolvendo, assim, um autocuidado, proporcionando um bem-estar e qualidade de vida. Os professores podem trabalhar a construção positiva da imagem corporal, que pode ter significado importante para a autoestima e autoconfiança, com consequências para toda a vida futura. (BRASIL, 1998, p. 275).

No tema transversal “orientação sexual”, um dos blocos abordados é “Corpo: matriz da sexualidade”, o qual aponta a diferenciação entre corpo e organismo. O corpo é a possibilidade de apropriação subjetiva e pessoal. Essa apropriação se dá por meio da interação com o meio e o mundo. Já o organismo, é um aparato biológico com infraestrutura biológica de seres humanos. O PCN menciona a importância sobre os aspectos sociais e culturais que estão envolvidos na construção da percepção do corpo.

Ao longo do processo educativo, o tema corpo humano se torna cada vez mais complexo para os estudantes. Esse processo, por ser complexo, proporcionará que os

estudantes estabeleçam relações entre os vários processos vitais e destes com o ambiente, a cultura e a sociedade. (BRASIL, 1998, p. 45).

O PCN aborda vários métodos didáticos sobre o corpo humano: livros didáticos, jogos e aulas práticas, criando possibilidades para os professores ensinarem esse tema de forma produtiva e de modo que os estudantes, de fato, aprendam o que está sendo ensinado e que possam fazer uso dessa aprendizagem no seu dia a dia.

O estudo do corpo humano para os estudantes do ensino fundamental pode induzir e estimular a se questionarem e voltarem seu olhar para o próprio corpo, que está em fase de constantes mudanças (RABELLO, 1994), colaborando para que esses estudantes tenham uma reflexão sobre seus hábitos, ideias e pensamentos, podendo se conhecer melhor e se cuidar de uma maneira consciente. Porém, mesmo com toda sua importância no processo de ensino e aprendizagem, o tema “corpo humano” apresenta obstáculos, como por exemplo, o fato do ensino do corpo humano ser fragmentado.

Para Bertolli Filho & Obregon (2000), as dificuldades de ensino e aprendizado, especialmente no que se refere ao corpo humano, encontram-se na possível dissintonia entre perspectivas e necessidades que instruem as falas e, também, os silêncios dos professores e dos estudantes. Para alguns estudantes o assunto torna-se não compreendido e desinteressante, devido à falta de diálogo entre os dois lados envolvidos, tanto os estudantes quanto o professor.

Por ser um assunto complexo e abstrato, esse apresenta dificuldades de compreensão de conceitos por alguns estudantes. Essas dificuldades podem se dar pelo uso exclusivo de tal metodologia adotada pelos professores, cuja forma não está atentando as necessidades dos estudantes (SILVA; ROCHA; CICILLINI, 2008). O problema talvez não seja da metodologia a ser explorada e sim sobre o modo como ela está sendo empregada.

Outra possibilidade é que esse conteúdo, quando é ensinado aos alunos, é trabalhado de forma fragmentada: sistema, órgão, função. Essa organização pode dificultar a compreensão do corpo como um todo (RABELLO 1994). Os estudantes podem ter dificuldades de compreender que os órgãos e sistemas estão entrelaçados quanto à questão funcional, uma vez que se estuda separado como, por exemplo, todos os capítulos dos livros didáticos a serem estudados são subdivididos, onde cada um representa um tipo de sistema funcional específico.

Como abandonar aspectos estagnados do ensino tradicional, tais como a fragmentação, o congelamento do real, o detalhismo excessivo e outros, quando se trata de estudar o nosso corpo? Aragão, Figueiredo e Bonfim (2011) propuseram três modelos de ensino baseado nas

ideias do construtivismo, evidenciando a importância do corpo humano como um todo, mas, ao mesmo tempo considerando que células e órgãos estão interligados tanto na função quanto nos seus trabalhos vitais, ou seja, ocorre um trabalho em conjunto.

No trabalho desenvolvido por Trivelato (2005), a autora afirma que há um problema para incluir a temática ao ensino de Biologia. O corpo humano cabe ao ensino em fragmentações. Em cada etapa da vida escolar de um estudante, eles estudam “pedaços” diversificados. Nas séries iniciais o corpo é dividido em cabeça, tronco e membros; nas etapas seguintes o corpo é representado por sistemas, sendo que um sistema é estudado de cada vez. No ensino médio, o estudo do corpo humano fica microscópico: células e moléculas. À medida que avança o nível de escolaridade, avança, também, a fragmentação do corpo humano. Moraes & Guizzetti (2016) percebem que a fragmentação representada distancia a visualização do próprio corpo, sendo o principal desafio do ensino sobre o corpo humano.

Podemos perceber essa fragmentação do corpo humano presente nos livros didáticos, nos quais a unidade referente à fisiologia humana é subdividida em capítulos relacionados aos sistemas: Circulatório, nervoso, endócrino, excretor, digestório e respiratório. Machado & Barreto (2015) também tiveram a mesma percepção quando analisaram os livros de três coleções do PNLD 2012-2014 sobre o conteúdo do corpo humano, ou seja, em todos os capítulos presentes abordavam a fragmentação do corpo humano.

Em vista dos argumentos apresentados, fica notável que a fragmentação do corpo humano é um dos principais desafios sobre o processo de ensino e aprendizagem e, visando a contribuir para esse problema, a comparação do corpo humano com a orquestra musical é semelhante. Assim como o real funcionamento do corpo humano, como um todo e não fragmentando, é também o funcionamento de uma orquestra musical, sem fragmentações.

3.2 Metodologia e Recursos Didáticos Utilizadas no Ensino Sobre o Corpo Humano

Os recursos didáticos envolvem uma diversidade de elementos utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e de aprendizagem, tendo como finalidade servir de interface mediadora para facilitar na relação entre professor, estudante e o conhecimento, em um momento preciso da elaboração do saber. São ferramentas pedagógicas que facilitam a obtenção do conhecimento científico (PAIS, 2000).

Na abordagem da temática “corpo humano”, segundo Kawamoto & Campos (2014), é fundamental a inclusão de metodologias que complementem e instiguem competência e habilidades dos estudantes, ou seja, metodologias que estimulem os estudantes a se

envolverem com a construção do seu conhecimento científico para que compreendam o conteúdo ou tema e formulem as reestruturações de conhecimentos prévios de modo adequado e real, atendendo, assim, de uma maneira individual.

De acordo com a revisão bibliográfica, percebemos que os recursos didáticos e metodologias mais utilizadas no ensino de Ciências sobre o funcionamento do corpo humano são: método tradicional, aulas expositivas, o uso do livro didático, modelização e jogos.

Para Santos & Cicillini (2002; 2003), o método do ensino de Ciências nas escolas é orientado pelo método tradicional, em que as informações e conteúdos são transmitidos pelos professores e recebidos pelos estudantes. Esse método não leva em consideração as experiências e o conhecimento prévio do estudante, no qual a memorização se estabelece no processo de ensino e aprendizagem, em que o aluno se torna passivo e privado de participar desse processo. Com esse método adotado, provavelmente os estudantes apresentem alguma dificuldade na formação e construção do conhecimento e formação de conceitos, bem como, em sua maioria, possivelmente não sejam sujeitos reflexivos.

Segundo Rossasi & Polinarski (2007), esse tipo de metodologia exige um alto nível de concentração dos estudantes e há pouca interação entre o professor e os estudantes. A aula pode ficar cansativa e desinteressante se o professor não possuir competência para ministrar esse tipo de aula.

Com relação ao livro didático, para Machado & Barreto (2015), esse recurso está presente em grande parte das aulas das diferentes disciplinas, em especial no ensino de Ciências, geralmente sendo utilizado pelo professor como único material de apoio em sala de aula, que recorre a ele para preparar seus próprios planejamentos (ZAMBON; PICCINI; TERRAZZAN, 2009).

Sendo assim, os autores fizeram uma investigação nos livros de Biologia indicados pelo Programa Nacional do Livro didático (PNLD), entre o período de 2012-2014, no município de Jataí. De acordo com esse estudo, os autores afirmam que o tema “o corpo” se sustenta por uma abordagem mecânica, desconsiderando o aspecto cultural, social e o natural. Todas as obras analisadas propõem um estudo fragmentado, numa lógica cartesiana com método analítico. O corpo é apresentado como objeto isolado, sem conexão com o meio natural e social.

Visando a questão das analogias em livros didáticos, Bernardino, Rodrigues & Bellini (2013) entendem que a maioria dos professores e autores de livros didáticos empregam, amplamente, as analogias no ensino de maneira consciente ou não, especialmente em temas que apresentam conteúdos mais abstratos, como nas disciplinas de Química, Física e Biologia.

Já o recurso de modelização, de acordo com Duso (2012), é um processo de elaboração de modelos, ou refere-se à apropriação de modelos já elaborados. Para o autor, a modelização visa ampliar a reflexão, o debate e a participação ativa dos estudantes, e assume uma importância significativa para o processo de aprendizagem.

Contudo, observamos que o tema “corpo humano” é abordado principalmente nas aulas de Ciências e Biologia. Por que será que as disciplinas como Geografia, Física, História e Matemática não tratam sobre o corpo humano? Como por exemplo, a história do corpo humano e a história da civilização, ou seja, cada sociedade e cultura constrói uma percepção distinta sobre o corpo humano (BARBOSA, 2011). A Geografia está relacionada com a questão cultural, na qual cada cultura tem costumes e hábitos distintos relacionados ao corpo humano e quanto à Física, temos os movimentos peristálticos, como no caso do sistema digestório.

Possivelmente, se estudássemos o corpo humano em outras disciplinas, poderíamos explorar mais o tema, abrindo “leques” de caminhos, tornando-o mais concreto. Como afirmam Machado & Barreto (2015), a aula de educação física seria uma oportunidade em que os estudantes poderiam sentir boa parte daquilo que os livros falam sobre o corpo humano de uma maneira abstrata, considerando que a interdisciplinaridade é uma das principais orientações colocadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, na busca de estabelecer a comunicação de diversos saberes (BRASIL, 2006).

Com referência às atividades lúdicas, essas podem trazer benefícios no processo de ensino e aprendizagem, como afirmam Knechtel & Brancalhão (2009):

Todo o ser humano pode se beneficiar de atividades lúdicas, tanto pelo aspecto de diversão e prazer, quanto pelo aspecto da aprendizagem. Através das atividades lúdicas exploramos e refletimos sobre a realidade, a cultura na qual vivemos, incorporamos e, ao mesmo tempo, questionamos regras e papéis sociais (KNECHTEL; BRANCALHÃO, 2009).

3.3 O Uso de Analogias Sobre o Corpo Humano

Durante o desenvolvimento da pesquisa, outras possíveis comparações semelhantes ao objeto de estudo deste trabalho foram investigadas e um trabalho semelhante vem sendo desenvolvido na cidade de Aviero, Portugal, pelos maestros Ernst Schelle e Antônio Vassalo Lourenço, cujo tema é “O que há na Barriga de uma Sinfonia”.

A proposta de trabalho apresentada pelos maestros visa a:

Estabelecer uma analogia entre a Orquestra e o corpo humano, bem como entre a música e as funções vitais do organismo. Partindo desta metáfora será possível abordar a constituição da orquestra, a complementaridade dos instrumentos, a organização e interação. Quando toda a orquestra toca, surge a música que se estrutura a partir de frases, motivos, cadências e tantas outras coisas, tal como os órgãos do corpo humano que desenvolvem diferentes funções vitais (O QUE HÁ, NA BARRIGA DE UMA SINFONIA, 2013).

Contudo, percebemos que, assim como nós, existem outros pesquisadores que percebem a orquestra musical como um domínio conhecido ou familiar ao senso comum, que possa servir como fonte de conhecimento para explicar entidades de um domínio desconhecido ou alvo que, no caso, é o corpo humano. Esse trabalho de extensão, assim como esta pesquisa, fortalece a ideia de que essa comparação apresenta um potencial pedagógico que deve ser explorado como ferramenta mediadora para o ensino do corpo humano.

Na temática “O Corpo Humano”, as analogias mais utilizadas pelos professores são: a comparação do coração com uma bomba e a comparação do corpo humano com uma máquina. Mas não encontramos nenhum estudo científico que comprove, de fato, o nível de sofisticação dessas analogias e percebemos uma carência de estudos mais apropriados quando se trata de analogias sobre o corpo humano.

No desenvolver da pesquisa, observamos que há uma carência das analogias adotadas pelos professores sobre a temática e, muitas vezes os professores fazem uma comparação sem conhecimento do nível de correspondências entre o domínio base e o domínio alvo, ou simplesmente fazem essa comparação por estar já enraizada em livros didáticos ou em outra ferramenta didática – o exemplo clássico é a comparação do corpo humano com uma bomba. Então, fazemos as seguintes perguntas: Que bomba? Como o estudante percebe essa comparação? Às vezes, o professor tem como objetivo facilitar, mas ele pode criar a oportunidade de confundir e estabelecer obstáculos no processo de aprendizagem do estudante.

Delizoicov & Ern (2003), através de um estudo sobre a análise de livros didáticos, observaram problemas em relação à analogia “coração-bomba”, pois não se refere ao desenvolvimento de um raciocínio analógico, não estabelecendo as relações entre os elementos a serem estudados. Outro problema é que não fica claro a qual tipo específico de bomba se refere.

Já no trabalho realizado por Machado & Barreto (2015), foi feita, também, análise de livros didáticos e os autores concluíram que a abordagem do corpo humano é de uma lógica

disciplinar mecanicista: etapas, processos e mecanismos, proporcionado o entendimento da visão do funcionamento de uma máquina como o corpo humano. Nesse estudo, os autores não encontraram, nos livros analisados, as analogias explícitas do corpo humano como máquina, à exceção da comparação direta do olho humano à máquina fotográfica, como destacado em um dos livros. Contudo, o funcionamento do corpo humano num todo, leva-nos a perceber, implicitamente, essa analogia, que acabou se tornando comum e presente no nosso meio.

Mas nesse caso é preciso aplicar uma estratégia metodológica de fato, e não somente apresentar a analogia, para concluirmos se realmente podemos considerar o funcionamento do corpo humano como uma máquina. E se for considerada uma analogia, qual é seu grau de sofisticação e se ela é válida e sofisticada para aplicá-la em sala de aula.

Em um trabalho desenvolvido por Moreira (2007), novas metodologias de abordagem no ensino de Biologia com recurso aos modelos e analogias foram desenvolvidas com o propósito de introduzir conceitos biomoleculares associados à função da hemoglobina na oxigenação dos tecidos. Moreira (2007) também criou ferramentas lúdico-pedagógicas de baixo custo de produção como uma alternativa para ensinar os processos de divisão celular, mitótica e a fisiologia do sistema respiratório para alunos do Ensino Fundamental II. Os resultados mostraram dados positivos nos processos de ensino e aprendizagem. Ele observou que os alunos foram capazes de atribuir significado ao conceito de respiração, rompendo com a associação entre respiração e ventilação pulmonar. Ele argumentou a respeito do potencial que a atividade lúdica proporciona ao ensino de ciências, quando se trata de assuntos abstratos para os alunos.

O trabalho realizado por Cunha & Justi (2007) consistiu em investigar a maneira pela qual crianças estabelecem analogias quando abordadas sobre o tema nutrição e digestão, por meio de entrevistas. A entrevista foi iniciada com a indagação da pesquisadora sobre o caminho feito pelos alimentos dentro do corpo humano. As crianças também foram solicitadas a tentar expressar, através de desenhos, aquilo que estavam falando. Os resultados revelaram que as crianças entrevistadas possuem modelos mentais bastante semelhantes sobre digestão e nutrição, sendo suas ideias fundadas em conhecimentos adquiridos com a experiência e a partir da educação recebida por seus pais ou pela mídia. Contudo, nenhuma das crianças revelou apresentar a noção sobre transformação química dos alimentos. As autoras refletiram sobre a capacidade das crianças de estabelecerem analogias, predominantemente de natureza estrutural, muitas vezes elaborada de maneira espontânea.

Dessa forma, devido à complexidade do tema “corpo humano” percebemos que seria mais viável explorarmos essa temática com relação à elaboração de analogias. Então,

sugerimos aos pesquisadores da área que elaborem mais analogias bem estruturadas baseadas em metodologia apropriada, que são norteadas para o uso específico de analogias, tendo assim, a possibilidade de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, estimulando os estudantes a estabelecer conexões com o raciocínio analógico.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Adotaremos duas metodologias para a elaboração dessa pesquisa.

4.1 Metodologias de Ensino com Analogias

A Metodologia de Ensino com Analogia (MECA), proposta por Nagem *et al.* (2001) que é estruturada em nove passos: (1) definição da área de conhecimento: área específica disciplinar; (2) definição do assunto: o conteúdo a ser ministrado; (3) definição do público: as pessoas que se desejam atingir com a analogia para o detalhamento do perfil; (4) escolha adequada do veículo com o perfil do aluno: escolha do domínio familiar, o veículo (o análogo) é a própria analogia para proporcionar compreensão do objeto estudado; (5) descrição da analogia: é a apresentação do veículo (análogo), depois se trata do alvo, assim a analogia serve de elemento motivador na aula; (6) explicação das semelhanças e diferenças: busca-se de forma objetiva e relevante para a compreensão do alvo. Aqui, chama-se a atenção para reforçar as semelhanças entre alvo e análogo para realizar as associações desejadas de propriedades, pois, do contrário, a analogia pode tornar-se estéril; (7) reflexão com o conteúdo: analisa-se junto aos estudantes a validade da analogia com as suas limitações para verificar os pontos em que falha a analogia e, assim, o conteúdo ser preservado de más interpretações; (8) estímulo de atitude crítica e reflexiva: por uma ação reflexiva e crítica da compreensão do conteúdo, se realizada por professores e estudantes alguma estratégia de avaliação qualitativa da assimilação, baseada no grau de compreensão atingido; (9) avaliação: aqui, o estudante é instigado a criar a sua própria analogia, propor veículo mais familiar e suas experiências, e levantar similaridades e diferenças, explicitando, dessa forma, sua compreensão acerca do objeto de estudo.

O quadro comparativo da metodologia MECA sobre as diferenças e semelhanças, quando aplicada em sala de aula, estabelece um modelo de reflexão, interação e participação de estudantes e professores na construção dos análogos (FONSECA, 2011). Podemos considerar que essa metodologia estimula na elaboração de uma nova analogia ou em mudanças conceituais de outras já existentes.

4.2 Mapeamento Estrutural

A Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (1983). A Teoria do Mapeamento Estrutural foi inicialmente proposta em 1983. Ela nasceu no campo da Psicologia Cognitiva. Recentemente, essa teoria tem apresentado desdobramentos no campo da Educação em Ciências.

De acordo com essa teoria, a especificidade das analogias em relação a outras comparações pode ser identificada através mapeamento das similaridades entre as relações existentes no domínio familiar e no domínio pouco conhecido, que também são conhecidos como, respectivamente, domínio base e alvo (FERRY, 2016). Nas similaridades por mera aparência, há correspondências apenas entre atributos dos objetos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor, o tamanho). Nas similaridades literais, os atributos dos elementos que pertencem ao domínio fonte ainda devem corresponder a atributos de objetos que pertencem ao domínio alvo. Contudo, também deve haver correspondências entre relações existentes entre os elementos do domínio base e as relações existentes entre os elementos do domínio alvo (tais como relações causais, relações de hierarquia, de oposição e de proporcionalidade). Entendemos que uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um mapeamento de similaridades entre relações existentes entre objetos, ou entre atributos desses objetos, ou ainda entre relações estruturais mais básicas pertencentes a cada um dos dois domínios comparados – um domínio desconhecido, alvo da compreensão, e um domínio conhecido (base), familiar ao interlocutor da comunicação. A partir dessa teoria, entendemos que toda comparação estabelece correspondências entre dois domínios de conhecimento.

Gentner & Markman (1997) apresentaram de forma mais sistemática as diferenças entre as comparações analógicas e as comparações por similaridade literal. Os autores fizeram considerações mais pontuais a respeito da teoria do mapeamento estrutural das comparações. Segundo os autores, para “capturar” o processo da analogia é necessário fazer suposições não somente a respeito dos processos de comparação, mas, também, sobre a natureza das representações cognitivas conceituais e sobre como essas representações e processos interagem. A partir dessa consideração, os autores afirmam que “[...] é necessário que tenhamos um sistema representacional que seja suficientemente explícito sobre a estrutural

relacional para expressar as dependências causais que se correspondem nos domínios.” (GENTNER; MARKMAN, 1997, p. 47, tradução nossa)⁴.

Gentner (1983) apresenta a estrutura do mapeamento das correspondências entre os domínios com o padrão de representação apresentado no Quadro 2. A expressão 1 representa uma correspondência entre atributos, isto é, entre um atributo (A) de algum elemento ou objeto do domínio base (b_i) para um atributo de algum elemento ou objeto do domínio alvo (*target* – t_i). A expressão 2, semelhantemente, representa uma correspondência entre relações de primeira ordem. Nessa segunda expressão, haveria uma correspondência entre uma relação entre os objetos b_i e b_j , pertencentes ao domínio base, e uma relação entre os objetos t_i e t_j , do domínio alvo. Por se tratar de uma relação entre objetos ou até mesmo entre atributos desses objetos, esse tipo de combinação é entendido como uma correspondência entre relações de primeira ordem. Já a expressão 3 representa outro tipo de correspondência. Dizemos que R' representa uma relação entre relações, isto é, uma relação entre as relações estruturais R_1 e R_2 . Portanto, de acordo com a teoria, R' de cada domínio é entendida como uma relação de ordem superior.

Quadro 2 – Padrão de representação sugerido pela Teoria do Mapeamento Estrutural e suas correspondências entre os domínios

Expressões de Correspondências entre Domínios	
1.	$A(b_i) \rightarrow [A(t_i)]$
2.	$R(b_i, b_j) \rightarrow [R(t_i, t_j)]$
3.	$R'(R_1(b_i, b_j), R_2(b_k, b_l)) \rightarrow [R'(R_1(t_i, t_j), R_2(t_k, t_l))]$

Fonte: Gentner, 1983.

4.2.1 Restrições psicológicas para o uso de analogias

Além desses aspectos fundamentais da teoria, Gentner & Markman (1997) descrevem, ainda, três restrições psicológicas no alinhamento estrutural de uma analogia:

⁴ Do original: [...] we must have a representational system that is sufficiently explicit about relational structure to express the causal dependencies that match across the domains.

- a) *Consistência estrutural*: uma analogia deve ser estruturalmente consistente, ou seja, deve haver uma conectividade em paralelo e uma correspondência “um a um”. Essa conectividade em paralelo requer que as relações correspondentes possuam argumentos correspondentes, e a correspondência um a um limita qualquer elemento em um domínio a, no máximo, um elemento correspondente no outro domínio.
- b) *Foco relacional*: uma analogia deve envolver relações comuns, mas não precisa envolver descrições de objetos em comum, isto é, o foco de uma analogia deve estar nas relações e não nos atributos dos objetos de cada domínio comparado.
- c) *Sistematicidade*: o “princípio da sistematicidade” de uma analogia diz respeito a uma “[...] preferência tácita por coerência e poder preditivo causal no processamento analógico” (GENTNER; MARKMAN, 1997, p. 47, tradução nossa)⁵. Segundo os autores, as pessoas preferem mapear sistemas de relações conectados e governados por relações de ordem superior (relações entre relações) com importação inferencial ao invés de mapear predicados (atributos ou relações de primeira ordem) isolados. Ainda segundo os autores, “um conjunto combinado (*a matching set*) de relações interconectadas por relações restritivas de ordem superior perfaz uma combinação analógica melhor do que igual número de relações desconectadas entre si” (GENTNER; MARKMAN, 1997, p. 47, tradução nossa)⁶.

4.2.2 Representação do mapeamento estrutural adotado para as análises neste trabalho

Tendo em vista essas considerações teóricas e a representação inicialmente proposta por Gentner (1983) para as correspondências entre os domínios comparados, optamos por um padrão representacional mais simples e mais explícito das entidades (elementos, atributos ou relações) em correspondência. Propusemo-nos a mapear, estruturalmente, os elementos, os atributos dos elementos e as relações entre esses atributos (ou entre os próprios elementos) por meio de um esquema explicitamente codificado. Nesse esquema, decidimos representar as correspondências entre os elementos de cada domínio por setas bidirecionais acompanhadas pela letra “O” (maiúscula), identificada por um número de ordem. As correspondências entre os atributos desses elementos também foram representadas por setas bidirecionais, acompanhadas, porém, pela letra “A”, com um número de ordem e endereçada ao elemento

⁵ Do original: [...] a tacit preference for coherence and causal predictive power in analogical processing.

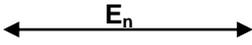
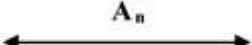
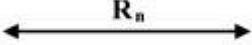
⁶ Do original: A matching set of relations interconnected by higher order constraining relations makes a better analogical match than an equal number of matching relations that are unconnected to each other.

diretamente relacionado. Esse padrão representacional decorre da seguinte afirmação dos autores: “necessitamos de um esquema representacional capaz de expressar não somente elemento, mas também as relações e ligações que existem entre eles, como relações causais” (GENTNER; MARKMAN, 1997, p. 46, tradução nossa)⁷.

As relações foram representadas pelo mesmo sinal gráfico, acompanhadas pela letra “r” (minúscula) ou “R” (maiúscula). A letra minúscula representa uma relação de primeira ordem, enquanto a maiúscula representa uma relação de ordem superior. O Quadro 3 apresenta o padrão de representação do mapeamento estrutural elaborado para a análise da atividade didática proposta neste estudo.

O Quadro 3 apresenta os símbolos gráficos que criamos para representar as correspondências entre os domínios base (DB) e alvo (DA). Essas correspondências podem incidir sobre elementos, atributos dos elementos ou relações estabelecidas em cada domínio. Qualquer correspondência com ênfase negativa, isto é, que privilegie uma diferença, será representada por uma seta bidirecional marcada com um “X”, denotando uma correspondência contra comparativa ou contra analógica (FERRY; NAGEM, 2008).

Quadro 3 – Padrão de representação das correspondências estruturais no mapeamento das similaridades envolvidas numa comparação

DOMÍNIO BASE	REPRESENTAÇÃO DAS CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Elemento análogo		Elemento alvo
Um dos elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre elementos serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra E</i>	Um dos elementos que compõem o DA
Atributos do elemento		Atributos do elemento
Predicados de um elemento do DB baseados em uma única característica	<i>Correspondências entre atributos serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra A</i>	Predicados de um elemento do DA baseados em uma única característica
Relações de 1ª ordem		Relações de 1ª ordem
Relações entre dois ou mais elemento do DB ou entre suas características	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra r</i>	Relações entre dois ou mais elemento do DA ou entre suas características
Relações de ordem superior		Relações de ordem superior

⁷ Do original: We need a representational scheme capable of expressing not only objects but also the relationships and bindings that hold between them, including higher order relations such as causal relations.

Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra R</i>	Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA
--	--	--

Fonte: Ferry & Paula (2017).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se por ser um trabalho empírico, de caráter qualitativo, incluindo aspectos de uma pesquisa exploratória, que apresenta a interação do pesquisador com os participantes da pesquisa. Para Oliveira (2010), essa abordagem abrange reflexões e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão minuciosa de objetos de estudo. O objeto de estudo é uma comparação com potencial didático ainda pouco conhecido e explorado, com isso, todas as informações e dados coletados são de relevância para melhor caracterização deste instrumento de ensino.

A análise dos dados foi baseada nas fases propostas por Bardin (2002): a) pré-análise; b) exploração do material; c) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. No primeiro caso, pela pré-análise, as ideias iniciais foram organizadas e sistematizadas com o intuito de elaborar um esquema visualizando o desenvolvimento das próximas etapas. Em segundo lugar, realizamos a exploração do material, fase da administração metódica das decisões tomadas na pré-análise. E, por fim, sucedeu-se a fase de tratamentos dos resultados, inferência e interpretação, na qual os resultados brutos foram tratados de maneira significativa, o que permitiu estabelecer e correlacionar os resultados em relação às questões de pesquisa propostas.

Os procedimentos metodológicos deste trabalho serão apresentados nos seguintes itens: *Participantes; Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano, em Livros Didáticos de Biologia; Projeto Piloto; Percepção de Docentes quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação.*

5.1 Participantes

Constituem os participantes dessa pesquisa: totalizando 31 professores, sendo que, dois participaram da validação dos questionários, cinco do teste piloto e 24 dos questionários e discussão do grupo focal. Todos lecionam Ciências e Biologia na rede Pública (esferas municipal, estadual e federal) e na rede privada de ensino, além de um músico profissional da Orquestra Sinfônica do Estado de Minas Gerais. Os critérios para escolha dos docentes foram: a) ser licenciado em Ciências Biológicas; b) ter experiência docente mínima de um ano; c) ter interesse e disponibilidade para participar desta pesquisa. No caso do músico, o critério de escolha foi o tempo de experiência profissional, que totalizava, à época, 37 anos de atuação na área, e pela disponibilidade e interesse em colaborar com a pesquisa. É importante

abordarmos o perfil dos participantes para evidenciar que todos apresentam conhecimento sobre o tema estudado.

Todos os participantes envolvidos foram convidados a participar de forma voluntária e foram esclarecidos sobre os objetivos através do documento *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* (TCLE) (Anexo B), no qual foi elucidada, ainda, a natureza da pesquisa, sua importância, o compromisso de privacidade e confidencialidade dos dados fornecidos. Através da leitura e assinatura desse documento, os participantes da pesquisa consentiram em colaborar, sendo-lhes oferecida a garantia de privacidade por meio do anonimato. A identificação dos participantes se deu por meio de siglas, sendo P(1) para o participante um, e assim sucessivamente até o P(24).

5.2 Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano, em Livros Didáticos de Biologia

De acordo com a revisão bibliográfica, foi observado escassez de artigos científicos que analisassem a estruturação de comparações associadas à organização e funcionamento do corpo humano. Dessa forma, investigamos quais tipos de expressões de comparação têm sido frequentemente utilizadas em livros didáticos de Biologia de ampla divulgação do PNLD.

Para a identificação da presença de comparações associadas ao tema Corpo Humano em livros didáticos de Biologia, adotamos o critério de escolha de coleções, pertencentes ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015-2017. O PNLD é um programa trienal, organizado pelo Ministério da Educação do Governo Federal do Brasil (MEC/Brasil), cujo propósito principal é o de fazer a distribuição gratuita de material didático impresso de qualidade para auxiliar o trabalho pedagógico de professores de toda a rede pública de ensino (HÖFLING, 2000). A partir do Guia de Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio, disponibilizado no site do MEC, e das obras gratuitamente distribuídas para análise, as escolas públicas puderam escolher a coleção com que se pretendia trabalhar, considerando aquela que melhor atendesse a realidade e a necessidade de seus estudantes. Nessa pesquisa, das nove coleções PNLD de Biologia atualmente vigentes, selecionamos três para verificação da presença de expressões comparativas, que estivessem relacionadas ao ensino do conteúdo “Corpo Humano”. Os critérios para seleção destas três coleções foram: as coleções mais distribuídas pelo programa PNLD 2015-2017 (Anexo C) e a disponibilidade de exemplares para análise.

A investigação das expressões analógicas foi dentro das unidades relacionadas à Fisiologia Humana, compostas por capítulos associados aos sistemas fisiológicos funcionais: digestório, respiratório, nervoso, circulatório/linfático, urinário, sentidos e endócrino. E, em uma única coleção analisada, na parte de Fisiologia Humana, havia também o capítulo de Sistema de Locomoção. O critério para considerar uma expressão analógica foi se esta apresentasse uma correspondência entre o elemento biológico ensinado e um elemento análogo, determinando, assim, um raciocínio analógico. Já os critérios de análise irão discutir as comparações mais mencionadas pelas três coleções, ou seja, aquelas comuns às três.

É importante ressaltar que não foi avaliado o nível de estruturação e de sofisticação dessas comparações, tampouco sua classificação em analogia ou metáfora e sua exploração no ensino de Ciências. O que foi considerado, nessa etapa, foi a existência ou não de expressões comparativas em relação ao corpo humano, ou partes dele, nos livros didáticos.

5.3 Projeto Piloto

Essa etapa teve o propósito de verificar, por um teste de sondagem, de forma preliminar, a construção das correspondências da comparação em estudo: Organização e funcionamento de um corpo humano (domínio alvo – DA) e Organização e funcionamento de uma orquestra musical (domínio base – DB). Foram convidados oito professores da Rede Estadual de Ensino do Estado de Minas Gerais, mas desses, somente cinco, efetivamente, contribuíram para discorrer sobre como estes domínios se interconectam e se estruturam em respectivas correspondências.

Para este procedimento, foi solicitado aos professores que preenchessem um quadro comparativo no qual eles deveriam elencar as semelhanças e diferenças percebidas entre os domínios DA e DB. O Quadro 4 aborda o exemplo de um professor participante.

Quadro 4 – Quadro comparativo das semelhanças e diferenças entre o funcionamento do corpo humano e uma orquestra musical estabelecida por um professor participante

SEMELHANÇAS		DIFERENÇAS	
Orquestra	Corpo Humano	Orquestra	Corpo Humano
Muitos músicos	Muitos órgãos	Funcionamento físico dos instrumentos pelos músicos	Funcionamento orgânico

Sistema integrado dos instrumentos	Sistema integrado dos órgãos	A troca de um instrumento pode ser feito imediatamente	A troca de um órgão não é imediata. Precisa ser programada. Quando for permitido é claro.
Um maestro coordena a orquestra	O cérebro coordena o cérebro	O maestro pode ser substituído por outro maestro	O cérebro não pode ser substituído por outro cérebro
A falta de um músico influencia no conjunto da orquestra (depende do músico e sua função na orquestra)	A falta de um órgão afeta o funcionamento parcial do corpo (depende do órgão e sua função no sistema)	A orquestra terminou a sequência de músicas, todos vão embora.	O sistema nunca para.
A falta do maestro a orquestra não funciona de forma integrada.	A falta do cérebro o corpo não funciona de forma integrada.	Uma orquestra pode mudar a disposição dos instrumentos	O sistema é programado geneticamente a uma estrutura única e evolutivamente adequada ao homem.
A interferência externa da plateia atrapalha o bom desenvolvimento do conjunto musical	A interferência externa (extresse) interfere no bom funcionamento corporal (perda de homeostasia - sistema imunológico pode diminuir)		
Os instrumentos precisam ser afinados para que o som dos instrumentos seja de qualidade.	Os órgãos precisam de uma boa alimentação para que os mesmos tenham um bom funcionamento.		
A batida da bateria ou tambor se for o caso, dá força ao conjunto da	Os batimentos cardíacos dão ritmo ao sistema.		

orquestra.			
A disposição dos instrumentos permite que o conjunto da orquestra funcione bem.	A disposição dos órgãos facilitam a integração e o bom funcionamento do sistema corpo		

Fonte: Elaborado pela autora.

A proposta de construção desse quadro comparativo foi baseada, de forma adaptada, a partir da Metodologia de Ensino com Analogia – MECA, ressaltando que a forma adaptada dessa metodologia não compromete os resultados. Já para a análise, nos basearemos no Modelo de Estrutura Comparativa de Semelhanças e Diferenças Entre o Veículo e Alvo (MARCELOS; FERRY, 2013).

Os professores participantes foram instruídos para que não fizessem nenhum tipo de consulta sobre o assunto e não utilizassem informações de materiais didáticos durante a elaboração deste quadro comparativo. Tínhamos a intenção de observar e considerar o conhecimento prévio dos professores sobre o assunto pesquisado. Os quadros concebidos pelos participantes foram enviados para a pesquisadora por meio eletrônico, num prazo de 10 a 15 dias.

A análise dos dados foi feita individualmente para cada participante, considerando-se, em especial, as três etapas da MECA: a) as semelhanças e diferenças estabelecidas entre os dois domínios (DA e DB) (etapa nº 6); b) as correspondências pertinentes daquelas consideradas desconexas ao propósito pedagógico de ensinar o conteúdo “Corpo Humano” (etapa nº 7); e c) a avaliação desta proposta de ensino, na qual os professores deveriam conceber uma outra comparação que pudesse explicar o mesmo domínio alvo (corpo humano) a partir de um domínio familiar distinto (etapa nº 9). No final, as correspondências que apresentaram um raciocínio analógico plausível foram selecionadas e utilizadas como base para a elaboração dos questionários descritos. O questionário utilizado nessa pesquisa é o resultado dessas correspondências da etapa piloto, adicionado às correspondências do primeiro mapeamento estrutural elaborado referente a essa comparação.

5.4 Percepções de Docentes Quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação em Estudo

A descrição dos procedimentos metodológicos deste item incluiu dois subitens: um, referente aos *Questionários* (Elaboração, Validação, Aplicação e Análise) e o outro, associado ao *Grupo Focal de Discussão*.

5.4.1 Questionários

5.4.1.1 Elaboração

Conforme Gil (2002), a elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Para o autor, não existem normas rígidas a respeito da elaboração do questionário. Contudo, adotamos algumas medidas práticas para a elaboração desses. Foram incluídas apenas as perguntas relacionadas ao problema proposto, as quais foram formuladas. O questionário foi iniciado com as perguntas mais simples e finalizado com as mais complexas. As questões do questionário foram elaboradas a partir dos dados obtidos pela sondagem inicial, juntamente aos dados do mapeamento estrutural apresentado no evento LASERA 2015 (PORTELA *et al.*, 2015). Estas apresentaram caráter misto, sendo algumas questões de múltipla escolha e outras dissertativas.

Para facilitar a verificação do grau de conformidade dos participantes em relação a cada uma das afirmativas do questionário, adotamos o instrumento de pesquisa por escala Likert. Para Nogueira (2002), a escala Likert consiste em uma série de afirmações a respeito de um determinado objeto. Esse sistema tende a minimizar o número de equívocos em relação às respostas, bem como consolidar as percepções em categorias que possam ser quantitativamente mesuráveis.

5.4.1.2 Validação

Após a elaboração do questionário, realizamos o procedimento de validação. Este procedimento é uma importante etapa para verificar a clareza das questões e da capacidade dos participantes de compreenderem o significado dos termos apresentados nesse instrumento de pesquisa. Para essa etapa, contamos com a colaboração de três participantes: um músico e dois professores de Biologia (professores T e H).

Para validação, o questionário denominado “Teste Piloto 1” (Apêndice B) foi aplicado, inicialmente, a um colaborador conhecedor de música e de orquestra musical. As

sugestões e contribuições do músico foram incluídas e geraram o documento “Teste Piloto 2” (Apêndice C) que, posteriormente, foi aplicado para verificação da percepção de uma professora de Biologia – professora T. Após as inclusões das sugestões dadas pela professora T, aplicamos o “Teste Piloto 3” (Apêndice D) à apreciação de outro professor de Biologia – professor H, o qual sugeriu poucas mudanças. Dessa forma, foi gerada a versão final do questionário que se aplica ao Quadro 5: Questionário para avaliar a percepção de professores de Biologia em relação à comparação: Corpo Humano e Orquestra Musical.

Quadro 5 – Questionário para avaliar a percepção de professores de Ciências e de Biologia em relação à comparação: “Organização e Funcionamento do Corpo Humano e Organização e Funcionamento da Orquestra Musical”.

Todas as afirmativas abaixo se referem a uma pesquisa de opinião em relação a uma comparação entre o funcionamento de uma orquestra musical com o funcionamento do corpo humano. Indique os valores de 4 a 1, considerando suas percepções em relação às correspondências listadas a seguir, de acordo com a seguinte legenda e elabore comentários sobre as semelhanças e diferenças de cada item:

(4) Concordo totalmente.(3) Concordo parcialmente.(2) Discordo parcialmente. (1) Discordo totalmente.

1) O **maestro** coordena uma orquestra assim como o **cérebro** coordena o corpo humano.

④③②①

Comentários: _____

2) Há **necessidade do maestro** para que haja ordem e evolução (Harmonia) da orquestra, assim como há **necessidade do cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (Homeostasia) no funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: _____

3) A **orquestra** é formada por **famílias de equipamentos**, assim como o **corpo humano** é formado por **sistemas funcionais**.

④③②①

Comentários: _____

4) As **famílias de instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais, assim como os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais.

④③②①

Comentários: _____

5) **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos, assim como **órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação das **células** específicas.

④③②①

Comentários: _____

- 6) O **treinamento** auxilia os **músicos** a gerarem **som** de qualidade, assim como a **nutrição** auxilia as **células** a gerarem **trabalho vital** de qualidade.

④③②①

Comentários: _____

- 7) O **Maestro** gera comando da **orquestra** por **gestos**, na apresentação sinfônica, assim como O **Cérebro** gera comando do **corpo humano** por **impulsos** elétrico-hormonais.

④③②①

Comentários: _____

- 8) A retirada de uma família de instrumentos, na apresentação sinfônica, **altera** a performance da orquestra, assim como a retirada de um sistema funcional **impede** o funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: _____

- 9) A execução de algumas **músicas** por uma **orquestra** alterna momentos de tranquilidade e tormenta, assim como a execução de alguns **metabolismos (trabalhos vitais)** por um **corpo humano** alterna momentos de lentidão e aceleração.

④③②①

Comentários: _____

- 10) A ausência de um **instrumento** ou sua **desafinação** poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de recursos” rapidamente corrigido, assim como a ausência de um **órgão** ou sua **deficiência funcional** poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido.

④③②①

Comentários: _____

- 11) A organização e o funcionamento de uma **orquestra** musical são comparáveis à organização e o funcionamento de um **corpo humano**.

④③②①

Comentários: _____

Fonte: Elaborado pela autora.

Dessa forma, pudemos certificar-nos de que as questões do questionário estavam apresentadas de maneira compreensível, atendendo ao objetivo da pesquisa e ao público alvo, podendo seguir ao próximo passo, que seria a aplicação deste à percepção de um grupo maior de professores.

5.4.1.3 Aplicação

O questionário, na versão final, apresentou 11 questões com opções de múltipla escolha em escala Likert e espaço para dissertação de comentários.

A escala foi categorizada em quatro níveis, sendo: (4) concorda totalmente, (3) concorda parcialmente, (2) discorda parcialmente e (1) discorda totalmente. Todos os participantes foram orientados a marcar a melhor opção de escala, e, além disso, a opinar e expressar seus comentários, sejam esses positivos ou negativos, com o objetivo de aprofundarmos sobre o que pensam os participantes com relação a essa comparação.

Os questionários foram enviados para 38 professores participantes da pesquisa, por via eletrônica, visando à praticidade de recebimento das questões e reenvio das respostas, bem como para o assentimento de sua participação na pesquisa, pela leitura e assinatura do documento – TCLE. Contudo, dos 38 professores convidados a participar, 24 retornaram o material respondido para a pesquisadora, num prazo médio de 20 dias.

5.4.1.4 Análise

A análise dos conteúdos das respostas dos questionários foi feita com base no referencial de Análise de Conteúdo de Bardin (2002), que propõe classificar as respostas em categorias para melhor examiná-las. De acordo com Bardin (2002), a categorização é uma intervenção de classificação de elementos por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos.

Os professores participantes expressaram opiniões em forma de elogios, sugestões, críticas, argumentos em concordância ou discordância em relação a cada uma das 11 afirmativas do questionário. Após a leitura analítica dos comentários e com base no critério de respostas em relação às escalas 4, 3, 2 e 1, elencamos três categorias de participantes que classificaram suas respostas em:

- a) Categoria A: participantes que marcaram respostas nas escalas Likert 4 e 3 (concordo totalmente ou concordo parcialmente);
- b) Categoria B: participantes que marcaram respostas nas escalas Likert 4, 3, 2 (concorda totalmente, concorda parcialmente ou discorda parcialmente);
- c) Categoria C: participantes que marcaram respostas nas escalas Likert 4, 3, 2, 1 (concorda totalmente, concorda parcialmente, discorda parcialmente ou discorda totalmente).

Já para a realização da contagem dos dados, foi feita a tabulação dos mesmos e a determinação dos valores percentuais de respostas de cada participante e de cada uma das categorias. De forma semelhante, também foram tabulados e determinados os valores percentuais dos participantes que fizeram algum tipo de comentário e dos que não fizeram.

A partir dessa categorização determinamos as questões que, segundo a percepção deste grupo de professores, apresentaram correspondências de maior relevância analógica entre os dois domínios. Foi possível verificar, também, a existência de limitações nessa comparação, ou seja, quando não apresentavam correspondências entre os DA e DB. Como a aplicação do questionário transcorreu de forma virtual, foi necessário aprofundar as considerações descritas nos comentários, em forma de uma discussão presencial. Assim, a partir desses resultados seguimos para última etapa metodológica, que foi o Grupo Focal.

5.4.2 Grupo focal de discussão (GFD)

5.4.2.1 Relevância e objetivo

Para Trad (2009), o tempo do grupo focal deve ser aproveitado para o debate de questões mais complexas, cuja apreensão seria mais limitada através, por exemplo, de questionários.

Os grupos focais, ou entrevistas de grupo focal, têm sido empregados desde os anos 50 e a partir dos anos 80 começaram a despertar interesse em pesquisadores de várias áreas do conhecimento, como da educação (DIAS, 2000).

Esse tipo de metodologia possibilita uma discussão em grupo com o objetivo de chegar a uma opinião comum (FLICK, 2004).

5.4.2.2 Participantes

Nesta pesquisa foram convidados treze professores para participarem de um Grupo Focal, mas somente sete participaram, efetivamente, deste momento de discussão. O critério de escolha destes professores deu-se, principalmente, devido à natureza e conteúdo de seus comentários dissertados em respostas às 11 questões do questionário. Consideramos de valor indispensável à seleção dos participantes colaboradores no GFD aqueles cujas respostas tenham indicado as escalas 3, 2 ou 1, ou seja, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente, respectivamente, e que tivessem incluídos comentários que criticavam positiva ou negativamente as afirmações. Estes critérios de

escolha eram necessários para se avaliar com profundidade aquelas questões de menor grau de concordância. Então, percebemos que as argumentações com certo nível de discordância poderiam contribuir, através de uma discussão coletiva e presencial, para o desenvolvimento do problema proposto por essa pesquisa.

5.4.2.3 Aplicação

O local de realização do GFD foi a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Ciências Biológicas (ICB), na secretaria do Curso de Licenciatura de Ciências Biológicas, modalidade “Educação a Distância (EAD)”. Essa etapa ocorreu no dia 04 de novembro de 2016, às 14h. Os participantes foram organizados em círculos para o debate junto à pesquisadora. Durante todo o processo, a discussão coletiva foi gravada através de áudio e vídeo, com autorização dos participantes e mediante a leitura prévia do documento para esclarecimento da pesquisa e o consentimento de participação voluntária – TCLE.

Nessa discussão, foram apresentadas seis perguntas elaboradas pela pesquisadora. As questões levadas à discussão no grupo focal foram as mais complexas, as que geram menor grau de concordância, pois o objetivo do grupo focal é o de reforçar, esclarecer, validar ou criticar o próprio questionário, estruturando assim melhor a pesquisa.

Os motivos para a elaboração das perguntas foram: a) reconhecer e diferenciar o que cada participante entendia como conceito de analogia (questão 1); b) refletir e discutir sobre as questões que apresentaram maior nível de discordância (questões 2 a 5) e, por fim, c) explorar aquela afirmativa que fundamenta amplamente o problema desta pesquisa (questão 6).

As perguntas apresentadas no GFD foram as seguintes:

1. *Para vocês o que é uma analogia?*
2. *É possível estabelecer uma comparação entre um tecido do corpo humano com uma estrutura da orquestra musical? Se sim, qual estrutura da orquestra? Justifique.*
3. *Após analisarmos a seguinte pergunta “O treinamento auxilia os músicos a gerarem som de qualidade, assim como a nutrição auxilia as células a gerarem trabalho vital de qualidade”. Percebemos que essa não foi muito bem formulada. Comentem.*
4. *A retirada de uma família de instrumentos, na apresentação sinfônica, altera a performance da orquestra, assim como a retirada de um sistema (conjunto de órgãos) impede o funcionamento do corpo humano. Comentem.*

5. *A ausência de um instrumento ou sua desafinação poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de percursos” rapidamente corrigido, assim como a ausência de um órgão ou sua deficiência funcional poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido. Comentem.*
6. *A organização e o funcionamento de uma orquestra musical são comparáveis à organização e o funcionamento de um corpo humano. Vocês utilizariam dessa analogia em sala de aula? Justifique*

O tempo gasto para cada pergunta foi de aproximadamente dez minutos de discussão, totalizando a duração de 56 minutos.

5.4.2.4 Análise

De acordo com Gomes & Barbosa (1999), a análise de discussão em Grupo Focal deve considerar as seguintes situações: a) o contexto dos comentários, circunstâncias nas quais foram feitos, a intensidade e o tom da voz; b) a verificação da presença ou ausência de mudança de opiniões durante a discussão e se essas foram causadas mediante pressão do grupo; c) a precisão de respostas e a verificação de quais respostas foram fundamentadas em experiências pessoais; d) a determinação das ideias principais e das falas mais pronunciadas; e) a determinação de descobertas mencionadas na discussão. Num primeiro momento, as respostas dos participantes a cada uma das seis perguntas foram analisadas separadamente e, posteriormente, foi realizada a análise global das discussões.

Durante todo o momento da discussão, a pesquisadora e sua coorientadora transcreveram as falas dos participantes. Após a discussão, foi servido um lanche aos participantes como uma forma de agradecimento e de confraternização.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A investigação do potencial pedagógico dessa comparação é, então, o tema principal desta pesquisa, cujos resultados e discussões serão apresentados pela sequência de itens: *Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano em Livros Didáticos de Biologia; Projeto Piloto; Percepção de Docentes Quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação.*

6.1 Comparações Empregadas ao Ensino do Corpo Humano em Livros Didáticos de Biologia

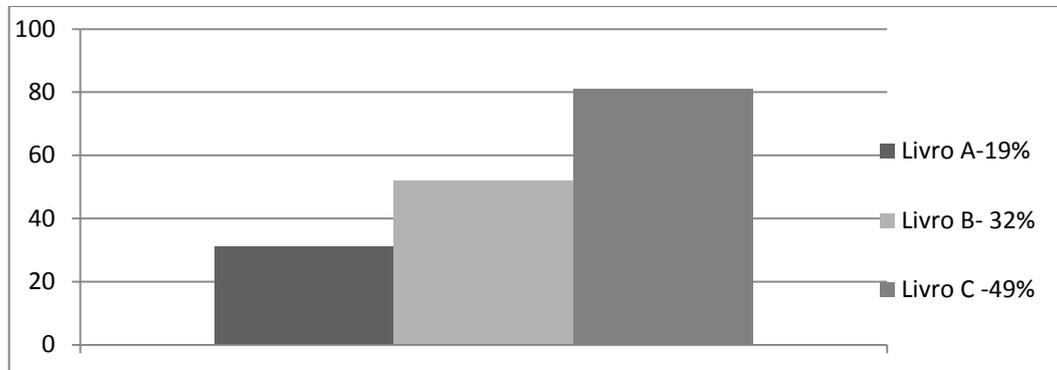
6.1.1 Livros didáticos

As três coleções de livros didáticos de Biologia do PNLD 2015-2017 investigadas neste trabalho serão, aqui, designadas como livros A, B e C. Nestes foram analisados os capítulos referentes à fisiologia humana e foram selecionadas as comparações que, a princípio, estabeleceram um raciocínio analógico entre o domínio conhecido – DB (elemento análogo) e o domínio desconhecido – DA (entidade de interesse científico sobre o corpo humano ou partes dele). A partir das expressões comparativas selecionadas, foram produzidas três tabelas (Apêndice E) para representar uma pré-análise das comparações encontradas nos livros. No Apêndice E, consta a quantidade de vezes em que todas as expressões analógicas foram mencionadas e, também, a página e o capítulo referente ao sistema funcional relacionado.

De acordo com os resultados obtidos, foram tabuladas 164 comparações que se distribuíram da seguinte forma: 31, 52, e 81 comparações presentes nos livros A, B e C, respectivamente.

O Gráfico 1 representa os valores percentuais do número total das comparações entre elementos científicos sobre o corpo humano ou partes dele e algum correspondente análogo, presentes em cada uma das três coleções analisadas.

Gráfico 1 - Frequência das comparações entre entidades de interesse científico sobre o corpo humano ou partes dele e algum correspondente análogo, presentes em três coleções de Biologia do PNL D 2015 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

As expressões comparativas entre conteúdos científicos sobre o corpo humano e algum correspondente análogo também foram selecionadas e classificadas de acordo com cada um dos sistemas fisiológicos funcionais. A Tabela 1 apresenta os resultados dessa distribuição.

Tabela 1 - Comparações quantitativamente encontradas nas coleções analisadas em livros de Biologia PNDL 2015/2017 distribuídas de acordo como os sistemas funcionais

Sistemas Funcionais	Livro A	Livro B	Livro C	Números de comparações	%
Digestório	6	17	17	40	24,4
Respiratório	4	12	13	29	17,7
Cardiovascular	3	10	13	26	15,8
Linfático	4	5	7	16	9,8
Urinário	5	4	5	14	8,5
Nervoso	2	1	19	22	13,4
Sensorial	3	2	*	5	3,1
Endócrino	4	*	7	11	6,7

Articular	*	1	*	1	0,6
TOTAL	31	52	81	164	100

(*) Representa para aquelas coleções que não apresentam o capítulo de sistema funcional mencionado.

Fonte: Dados da pesquisa

Podemos observar na Tabela 1 que o sistema digestório foi aquele que apresentou mais comparações, totalizando 24,4%, e o sistema funcional que apresentou uma quantidade menor de comparações foi o sistema urinário sendo representado por 8,5%.

Os sistemas sensorial, endócrino e articular, apresentaram um baixo número de comparações, pois estas não foram observadas nos livros C, B e A/ C, respectivamente. Na Tabela 2, verifica-se a distribuição, em porcentagem, das comparações presentes em cada coleção analisada organizada por sistemas funcionais.

Tabela 2 - Porcentagem das comparações encontradas nas coleções analisadas em livros de Biologia PNDL 2015/2017 sobre o corpo humano, distribuídas de acordo como os sistemas funcionais.

Sistemas Funcionais	Livro A (% das comparações)	Livro B (% das comparações)	Livro C (% das comparações)
Digestório	15	42,5	42,5
Respiratório	14	41	45
Cardiovascular	11,5	38,5	50
Linfático	25	31	44
Urinário	36	28	36
Nervoso	9	4,5	86,5
Sensorial	60	40	*
Endócrino	36	*	64
Articular	*	100	*

(*) Representa para aquelas coleções que não apresentam o capítulo de sistema funcional mencionado.

Fonte: Dados da pesquisa

Percebemos que algumas comparações foram mencionadas nas três coleções analisadas. Ou seja, as comparações presentes em todas as coleções analisada por nós:

- a) O sistema digestório comparado a um tubo longo e com regiões especializadas. Provavelmente podemos comparar o tubo digestório a um tubo de água. Ambos apresentam forma morfológica semelhante e ambos estão relacionados à condução de

produtos, sendo que o tubo digestório irá conduzir alimentos e água; já o tubo de água irá conduzir somente a água.

- b) Bolo alimentar, massa de matéria orgânica uniforme, formada a partir dos alimentos mastigados/ triturados, junto a secreções orgânicas. Nesse exemplo, comparamos o bolo alimentar a um bolo de festa, assim como o bolo de festa é constituído por uma massa homogênea, formada a partir das misturas de vários ingredientes orgânicos e inorgânicos, como por exemplo, farinha, ovos, água, açúcar, leite e etc., o bolo alimentar é formado por várias substâncias, orgânicas e inorgânicas, tendo também o aspecto de uma massa homogênea.
- c) Os pulmões são protegidos pela caixa torácica. Uma vez que a função da caixa torácica é de proteger e alojar os órgãos do sistema respiratório, assim como uma caixa comum irá proteger e alojar algum objeto qualquer.
- d) A ventilação pulmonar é a circulação do ar nos pulmões. Isto é, a renovação do ar através da expiração e inspiração, assim como um exaustor ou um ventilador renova o ar de um determinado ambiente.
- e) As informações são mantidas em memórias celulares. Assim como algumas células têm a capacidade de armazenar informações, o cérebro dos seres vivos armazena informações por através da memória celular.

Verifica-se uma ocorrência satisfatória em relação às quantidades de comparações sobre a temática. A princípio, podemos observar que a maioria das comparações é simples e superficiais. Assim sendo, para classificarmos como uma comparação de mera aparência, similaridade literal ou uma analogia de fato e quais os níveis dessas correspondências existem entres essas relações e sua consistência é necessário que apliquemos métodos que classifiquem essas comparações, como, por exemplo, o mapeamento estrutural proposto por Gentner. Ressalta-se que não tínhamos o objetivo de classificar tais comparações.

Após a análise podemos ressaltar que não encontramos nenhuma comparação que mencione a orquestra musical como domínio base nos livros analisados. Mas é possível que essa comparação seja encontrada em outros livros didáticos.

De acordo com Kalamar & Machado (2014), os autores fizeram um levantamento e classificação das analogias presentes em livros didáticos sobre o tema genética e concluíram que a maioria das analogias era simples e perceberam, também, que havia necessidade de analogias mais explicativas, ou mais minuciosas, sobre o tema presente em livros didáticos. Em outro trabalho desenvolvido por Zambon, Piccini & Terrazzan (2009), cujo objetivo foi avaliar criticamente as analogias utilizadas pelos autores de Livros Didáticos de Física e

Biologia, percebeu-se que as analogias simples predominaram nos livros analisados e os autores recomendaram que o professor, ao utilizar estas coleções didáticas, estabeleça durante o planejamento das atividades didáticas e em conjunto com os estudantes, as correspondências entre alvo e análogo.

Concordamos com Zambon, Piccini & Terrazzan (2009) em relação à atenção que os professores devem ter quando se trata do uso, no ensino, das analogias presentes nesses livros. Por isso, sugerimos que haja um estudo mais adequado e mais apropriado sobre o uso às analogias em livros didáticos na área da Ciência, em especial os que abordem sobre o corpo humano.

No decorrer da pesquisa bibliográfica encontramos um livro intitulado “Mapas do Corpo Humano: educação postural de crianças e adolescentes”, cujo autor é Trindade (2016). Essa obra trata da infância e da adolescência sob o ponto de vista do corpo, da postura e do movimento, cujo objetivo é abordar os desafios da educação enfrentados por toda a comunidade escolar como, por exemplo, a falta de concentração dos alunos e o aumento da violência (JORNAL WEB DIGITAL, 2017).

Ao abordar a linguagem do corpo, o autor percebe que o corpo humano é uma unidade complexa e integral, assim como uma orquestra sinfônica, em que cada som produz seu som peculiar e todos, em conjunto, formam a unidade da peça musical. Para o autor, os instrumentos que estruturam uma orquestra são os ossos, as articulações, os músculos e a pele, todos coordenados pelo sistema nervoso central (TRINDADE, 2016). Nós concordamos com o autor quando compara a complexidade e integridade da orquestra às do corpo humano.

Embora existam abordagens distintas dos elementos e atributos da comparação entre corpo humano e orquestra musical, tanto o autor como nós, reconhecemos nessa comparação um potencial interessante de ensino sobre o funcionamento do corpo humano comparando-o ao funcionamento de uma orquestra, ou seja, ambos determinam correspondências entre estes dois domínios que possam ser estruturadas e aplicadas com fins didáticos.

De acordo com o nosso mapeamento estrutural, o elemento “som” na nossa percepção, correspondeu à “vida”; e os instrumentos, aos órgãos. Uma família de instrumentos corresponde a um sistema funcional, ou seja, a família de instrumentos é constituída por instrumentos semelhantes em relação funcional, assim como um determinado sistema funcional é constituído por órgãos com relações funcionais semelhantes.

A partir disso, percebemos que essa comparação é complexa e está cercada por alguns fatores que interferem na sua percepção como, por exemplo, o conhecimento prévio, a subjetividade e o interesse dos envolvidos. Ou seja, há uma diversidade de interpretações, as

quais podem trilhar vários caminhos que podem contribuir para o ensino do tópico “Corpo humano”, facilitando a compreensão do seu funcionamento como um todo e não em fragmentação de sistemas funcionais.

6.2 Projeto Piloto

O projeto piloto é uma sondagem que representa a verificação preliminar da potencialidade didática da comparação – que é objeto de estudo desta pesquisa – por um grupo de docentes de Biologia. Através da elaboração feita por esses professores verificamos um total de 15 semelhanças e doze diferenças entre os domínios (Apêndice F). Possivelmente essas diferenças são conceituadas por contra analogias, ou seja, de acordo com Ferry & Nagem (2008) esse termo se aplica a uma comparação que se privilegia as diferenças.

No total de 15 semelhanças, cinco foram percebidas por mais de um professor e 10 foram diferentes entre si. As semelhanças com maior grau de concordância foram: a) todos os participantes consideraram que o maestro de uma orquestra musical apresenta um papel funcional semelhante ao cérebro no corpo humano; b) e que a organização da orquestra em instrumentos apresenta correspondência com a organização do corpo humano em órgãos.

A Tabela 3 resume as principais semelhanças elencadas pelos cinco professores de biologia da rede estadual do estado de Minas Gerais, sobre a comparação entre o corpo humano (DA) e uma orquestra musical (DB).

Tabela 3-Construção preliminar das semelhanças entre um Corpo Humano (domínio alvo – DA) e uma Orquestra Musical (domínio base – DB), estabelecidas pelos cinco professores de Ciências e Biologia da rede estadual de ensino de Minas Gerais

Orquestra	Corpo Humano	Total
Maestro	Cérebro	5
Organização da orquestra subdivida em instrumentos	Organização do corpo humano subdivide em órgãos	5
Batida de alguns instrumentos: bumbo, tambor e bateria.	Compasso dos batimentos cardíacos (Rítmico)	3
Músicos	Órgãos	2

Sincronismos entre os integrantes e a disposição dos instrumentos permitem que o conjunto da orquestra funcione bem.	A disposição dos órgãos facilita a integração e o bom funcionamento do sistema corporal.	2
--	--	---

Fonte: Dados da pesquisa

Por outro lado, as 12 diferenças percebidas por cada professor em relação às correspondências entre os domínios DA e DB foram exclusivamente citadas por cada um destes, não tendo sido observado diferenças em comum (Apêndice F). A seguir, estão indicados cinco exemplos dos comentários que determinaram diferenças entre os domínios DA e DB, segundo os professores participantes desta etapa:

Exemplo 1: *“O maestro pode ser substituído por outro maestro, o cérebro não pode ser substituído por outro cérebro”*; para alguns órgãos, essa substituição é possível, mas não é o caso do cérebro.

Exemplo 2: *“A música é um devaneio da alma, o corpo é uma necessidade da vida”*; a questão do devaneio da alma visa a uma questão mais filosófica, já a necessidade para a vida é uma questão biológica.

Exemplo 3: *“Funcionamento físico dos instrumentos pelos músicos; funcionamento orgânico”*; considerando que o corpo humano tem, também, um funcionamento associado às funções orgânicas, físicas e químicas e que o funcionamento de uma orquestra não é orgânico e nem químico.

Exemplo 4: *“Na orquestra a troca de instrumentos é sempre possível e pode ocorrer imediatamente. No corpo humano a troca de órgãos nem sempre é possível e pode não ocorrer imediatamente”*; de fato, essa troca de órgãos depende de qual órgão se refere, pois, em alguns casos, nem sempre é possível a troca (transplante), como por exemplo, no caso do cérebro.

Exemplo 5: *“São feitos vários ensaios antes da apresentação, para que tudo saia perfeito; não há como ensaiar as funções do corpo. Ao longo da vida elas vão acontecendo e no caso de algum problema, ou se faz o uso de medicamentos ou outros tratamentos. Mas o ciclo do nascimento até a morte é mantido constante e não há uma segunda vez”*. As coordenações do corpo humano acontecem de maneira natural e seguindo o fluxo biológico, o fluxo da vida, com começo, meio e fim.

Percebemos que esses resultados distintos possam ter sido influenciados pelo conhecimento prévio que cada participante adquire sobre o assunto a ser comparado, nesse caso, a orquestra musical. Ausubel *apud* Pelizzari *et al.* (2002) sugere que os conhecimentos prévios sejam valorizados, permitindo assim descobrir e redescobrir outros conhecimentos.

Outra questão a ser considerada é o nível de conhecimento sobre um determinado assunto, ou seja, quanto mais conhecimento o participante ou uma pessoa qualquer tiver, maiores são as chances de o assunto ser explorado com mais detalhes e aprofundamento.

Devemos considerar, também, a percepção de cada um, posto que as pessoas percebem as coisas e fatos de maneiras diferentes devido a alguns fatores, tais como objetivos e experiências. O que pode ser uma diferença para uns, talvez não o seja para outros, ou para um grupo de pesquisadores.

A semelhança entre objetividade e subjetividade é um aspecto que permeia a própria história do conhecimento. Nessa perspectiva, a percepção constitui o processo pelo qual o sujeito é capaz de interpretar e dar sentido ao mundo (NOVAES, 2012). Ou seja, a subjetividade proporciona possibilidades de saberes, pensamentos e questionamentos diversificados construindo dessa maneira um determinado conhecimento.

6.2.1 Comparação do corpo humano com outro domínio base

Foi pedido aos professores do teste piloto que elaborassem uma comparação em que o corpo humano continuaria sendo o domínio alvo, mas o domínio base seria outro, ou seja, os participantes não poderiam usar o raciocínio analógico da orquestra musical. Dos cinco participantes, somente dois enviaram à pesquisadora a elaboração dos quadros comparativos. A justificativa dos demais foi a indisponibilidade de tempo para elaborar tal comparação. No Quadro 6, estão representadas as diferenças e semelhanças pelo professor 1 diante de outro domínio base, sendo o domínio alvo o corpo humano.

Quadro 6- Quadro comparativo de estruturas semelhantes e diferentes entre a cidade e o corpo humano elaborado pelo professor 1

SEMELHANÇAS		DIFERENÇAS	
Cidade	Corpo Humano	Cidade	Corpo Humano
Administração da prefeitura	Cérebro	Cimento e Concreto	Tecidos

Secretarias da prefeitura	Fígado	Asfalto	Matéria orgânica
Avenidas	Artérias	Ambiente sem calor próprio	Produz o seu próprio calor
Ruas	Veias	Passarelas	Não há esse tipo de estrutura
Congestionamentos	Má circulação		
Árvores e parques da cidade	Pulmões		
Trânsito: carros, motos, caminhões e ônibus	Circulação sanguínea		
Tratamento da água	Rins		
Chegada de veículos na cidade	Boca		
Fios no poste	Nervos		
Metrô	Intestinos		

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 7 - Quadro comparativo de estruturas semelhantes e diferentes entre um carro e o corpo humano elaborado pelo professor 2

SEMELHANÇAS		DIFERENÇAS	
Carro	Corpo Humano	Carro	Corpo Humano
O carro tem a gasolina e/ou o álcool como combustível	assim como corpo humano utiliza a glicose para a liberação de energia.	Quando o carro “morre” ou apresenta algum problema em seu funcionamento, o mecânico, que pode ser comparado a um médico, troca peças e faz reparos e o funcionamento do carro se normaliza (na maioria dos casos).	Ao contrário do corpo humano, que dependendo do problema do mau funcionamento – doença, as possibilidades de melhora são imprevisíveis.
O sistema de arrefecimento utiliza água para o resfriamento do motor, evitando, assim, sua fusão, pode ser comparado à sudorese que elimina água a fim de resfriar	o corpo e evitar a febre que pode causar a desnaturação das proteínas.		
O motor do carro transforma o combustível em energia que será capaz de movimentar as rodas, sendo assim, apesar da diferença de tamanho, funcionalmente, o motor do carro funciona como “moedas” de energia, utilizada nos diversos processos celulares	Semelhante às mitocôndrias que transformam a energia das ligações químicas das moléculas de glicose em ATP’s, que são as “moedas” de energia, utilizada nos diversos processos celulares.		
A carcaça do carro tem a função de proteção e sustentação.	Sendo assim, pode ser comparada ao esqueleto do		

	corpo humano e, as quatro rodas aos seus membros que são os braços e as pernas.		
--	---	--	--

Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, percebemos que, possivelmente, existem outros domínios base no qual podemos desenvolver uma comparação aceitável para elucidar o funcionamento e a organização do corpo humano. Esses podem contribuir para o ensino do corpo humano, proporcionando mecanismos de modo a facilitar a compreensão dos fatos e fenômenos biológicos. Lembrando sempre dos desafios, critérios e métodos que existem quando pretendemos elaborar uma nova comparação, evitando, dessa maneira, a elaboração de conceitos errôneos por parte dos estudantes. Contudo, entendemos que essas novas comparações estabelecidas pelos professores 1 e 2, apresentadas nos Quadros 6 e 7, respectivamente, serão analisadas com mais precisão no futuro para entendermos qual é o nível dessas comparações e suas possíveis limitações.

6.3 Discussões das Percepções de Docentes Quanto ao Potencial Pedagógico da Comparação

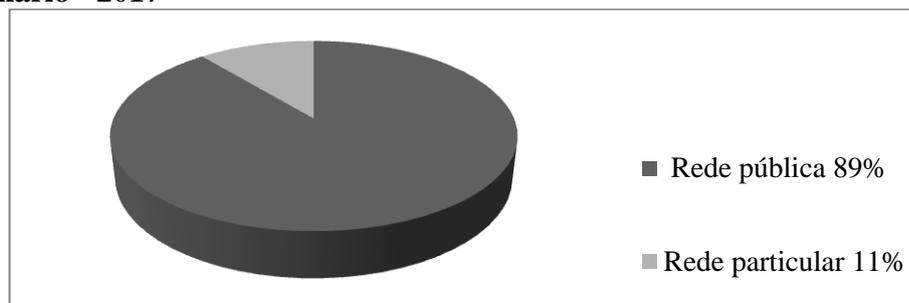
6.3.1 Análise dos questionários

A integridade da orquestra depende da função de cada componente para a realização de uma boa apresentação. O corpo humano com toda a sua complexidade necessita de bom funcionamento das partes (sistemas/órgãos/tecidos/célula) para a manutenção da vida. Considero pertinente a comparação entre orquestra/corpo humano. (Recado deixado por P 11).

6.3.1.1 Perfil da amostra

No momento da pesquisa, o grupo de professores participantes apresentou o seguinte perfil: 89% lecionam na rede pública de ensino e 11 % na rede particular. O Gráfico 2, abaixo, apresenta a rede de atuação dos professores participantes.

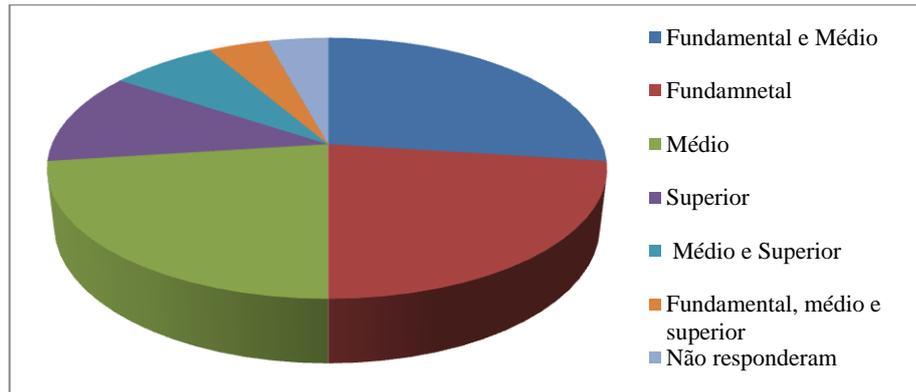
Gráfico 2 - Rede de atuação profissional dos professores participantes que responderam ao questionário - 2017



Fonte: Dados da pesquisa

Sendo que, especificando a rede de atuação em que lecionam 26% para o fundamental e médio; 22% somente para o fundamental; 22% somente para o médio; 7% para o médio e superior; 11% somente para o superior; 4% para o fundamental e superior; 4% para os três segmentos; não informado, 4%. O Gráfico 3, abaixo, apresenta a esfera de atuação dos professores participantes.

Gráfico 3 - Nível de atuação dos professores participantes que responderam ao questionário – 2017



Fonte: Dados da pesquisa

Após analisarmos os questionários respondidos pelos participantes, agrupamos os resultados em três categorias: a) participantes que classificaram as respostas em “concorda totalmente ou concorda parcialmente”; b) participantes que classificaram as respostas em “concorda totalmente”, “concorda parcialmente” ou “discorda totalmente”; c) participantes que classificaram as respostas em “concorda totalmente”, “concorda parcialmente”, “discorda totalmente” ou “discorda parcialmente”.

No desenvolvimento da discussão, observamos que seria mais prudente adotarmos expressão numérica, quando se trata das questões do questionário. Ou seja, o questionário final está em forma de letras, mas na metodologia e na discussão estão representados por números.

6.3.1.2 Categoria A

Na categoria A, agrupamos as seguintes questões: 1, 2, 3 e 11. Desses participantes, 100% concordaram – concordaram totalmente ou concordaram parcialmente, de acordo com a escala Likert, como 4 e 3, respectivamente. Podemos perceber que nessa categoria houve um percentual maior de concordância entre os dois domínios comparados. Segue as perguntas referentes às alternativas e suas respectivas discussões.

1) O maestro coordena uma orquestra assim como o cérebro coordena o corpo humano.

Entre os professores participantes, 19 concordaram totalmente e 5 concordaram parcialmente. Desses, 18 fizeram algum tipo de comentário e 6 não comentaram.

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(4), P(5), P(6), P(9), P(11), P(14), P(15), P(17), P(19), P(20) e P(24) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, o maestro coordena a orquestra assim como o cérebro coordena o corpo humano.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(1), P(3), P(7), P(8), P(13), P(16), P(18). Este grupo de participantes percebeu que a coordenação do corpo humano também é exercida por outras estruturas além do cérebro, como por exemplo, o sistema endócrino e o sistema nervoso central como um todo.

Interessante salientar que, mesmo concordando parcialmente através de seus comentários, 12 participantes classificaram a afirmativa pela escala Likert (4), ou seja, concordando totalmente.

Participantes sem comentários

P(2), P(10), P(12), P(21), P(22) e P(23).

2) Há necessidade do maestro para que haja ordem e evolução (Harmonia) da orquestra, assim como há necessidade do cérebro para que haja regulação e equilíbrio (Homeostasia) no funcionamento do corpo humano.

Entre os professores participantes da pesquisa, os 24 concordaram, sendo que, 16 concordaram totalmente e 8 concordaram parcialmente. Desses, 16 fizeram algum tipo de comentário e 8 não comentaram.

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(1), P(7), P(9), P(13), P(14), P(15), P(16), P(17), P(19) e P(20) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, é necessário que

haja a presença do maestro para que tenha uma harmonia na orquestra, assim como há necessidade da existência do cérebro para que haja homeostasia do corpo humano.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(3), P(4), P(10), P(18), P(21) e P(24). Esse grupo de participantes atribuiu essa associação visando ao funcionamento do corpo humano, não somente ao cérebro, mas, também, a outros componentes essenciais, tais como cerebelo, encéfalo e sistema endócrino. De uma forma, afirmando que a homeostase ocorre em outros órgãos também, para que ocorra o bom funcionamento do corpo humano. E relataram também, que em relação da importância existencial, o cérebro tem um papel relevante, uma vez que o funcionamento do corpo humano tem uma dependência maior comparando o maestro à orquestra.

Participantes sem comentários

P(2), P(5), P(6), P(8), P(11), P(12), P(22) e P(23).

3) A orquestra é formada por famílias de equipamentos, assim como o corpo humano é formado por sistemas funcionais.

Entre os professores participantes da pesquisa, 24 concordaram, sendo que, 21 “concordaram totalmente” e 3 “concordaram parcialmente”. Desses, 14 fizeram algum tipo de comentário e 10 não comentaram.

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(1), P(3), P(4), P(7), P(9), P(10), P(13), P(14), P(15), P(16), P(17), P(18) e P(19) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, relacionaram o funcionamento de ambos os processos a uma ação conjunta e com sinergia, sendo que, o nível de organização está associado com sua complexidade e especialidade.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(20) e P(22). Esse grupo de participantes tiveram percepções distintas entre si. O P(20), apesar de classificar na escala de Likert (3), o seu comentário condiz que “concorda totalmente”, pois ele atribuiu a constituição do corpo humano não somente aos sistemas funcionais, mas também, a outras estruturas como, tecidos, órgãos, nervos, músculos e ossos.

Mas devemos considerar que todas as estruturas irão contribuir para a formação de sistemas funcionais. Já o P(22) disse não entender de equipamentos que constituem uma orquestra.

Participantes sem comentários

P(2), P(5), P(6), P(8), P(11), P(12), P(21), P(23) e P(24).

11. A organização e o funcionamento de uma orquestra musical são comparáveis à organização e o funcionamento de um corpo humano.

Entre os professores participantes da pesquisa 24 concordaram, sendo que, 18 “concordaram totalmente” e 6 “concordaram parcialmente”. Com relação aos comentários 15 dos participantes fizeram comentários e 9 não fizeram nenhum tipo de comentário.

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(3),P(5), P(6), P(7), P(9), P(13), P(14), P(16), P(17), P(18), P(19) e P(20) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, relataram que, em ambos os casos, os componentes devem estar em harmonia, trabalhando para a homeostasia e estão interligados entre si.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(11), P(15) e P(24). Esse grupo de participantes concordam parcialmente, relataram que ocorre uma dependência maior do corpo com os órgãos quando comparamos a dependência da orquestra com os instrumentos e que o funcionamento do corpo humano depende de fatores intrínsecos (genético) e extrínsecos (ambientais), ou seja, o processo é mais complexo.

Participantes sem comentários

P(1), P(2), P(4), P(8), P(10),P(12), P(21), P(22) e P(23).

Observamos que as letras A e K apresentam resultados muito parecidos em relação ao percentual. Entretanto, a alternativa C apresentou uma porcentagem maior de concordância total em relação às alternativas.

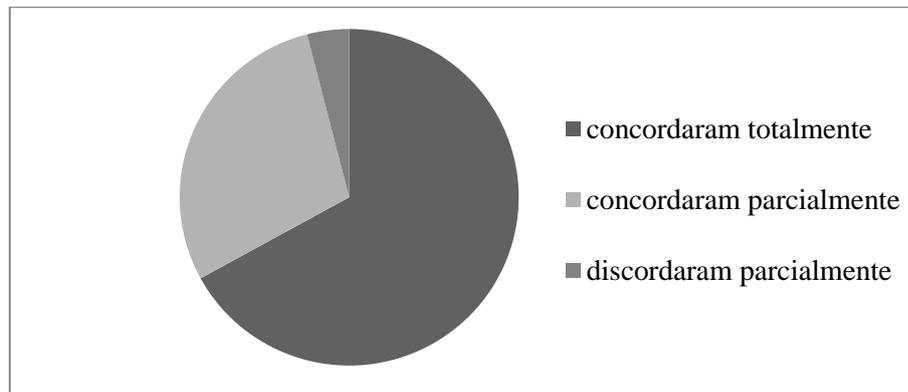
6.3.1.3 Categoria B

Na segunda categoria, agrupamos as seguintes questões: 4, 5, 7 e 9. As afirmativas foram percebidas pelos participantes de acordo com a escala Likert como 4, 3 e 2, ou seja, concordaram totalmente, concordaram parcialmente ou discordaram parcialmente, respectivamente.

4) As famílias de instrumentos são compostas por instrumentos agregados por semelhanças funcionais, assim como os sistemas funcionais são compostos por órgãos agregados por semelhanças funcionais.

Entre os professores participantes da pesquisa, 23 concordaram, sendo que: 16 “concordaram totalmente”; 7 “concordaram parcialmente”; e 1 “discordaram parcialmente”. Desses, 14 fizeram algum tipo de comentário e 10, não comentaram. O Gráfico 4 abaixo apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 4 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 4 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(1), P(3), P(7), P(14), P(15), P(18) e P(24) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, as famílias de instrumentos como os sistemas funcionais são agregados por apresentarem tais semelhanças entre si. Interessante salientar que o P(18) “concordou totalmente” de acordo com a escala Likert (4),

mas através de seus comentários, possivelmente, podemos classificar a afirmativa pela escala Likert (3), ou seja, “concordando parcialmente”.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(9), P(13), P(16), P(17), P(19) e P(22). Esse grupo de participantes relatou que percebeu uma diferença entre a importância de certos órgãos e não necessariamente desempenham funções semelhantes; também foram consideradas as adaptações das estruturas que podem variar e a organização celular.

O P(9) assinalou a opção 3 de acordo com a escala Likert, mas de acordo com seu comentário, possivelmente podemos classificar sua observação como “concordo totalmente”, ou seja, a opção 4 de acordo com a escala usada.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(8). Para esse participante os órgãos apresentam semelhanças quando se constituem um sistema, mas esses também apresentam muitas diferenças. Como por exemplo: “o ureter que é parte do sistema renal e sua função é pouquíssimo parecida com a função do rim” (P8. Dados da pesquisa).

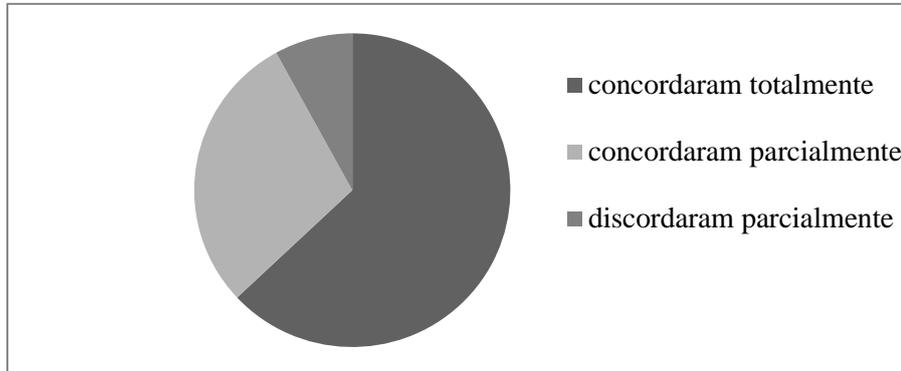
Participantes sem comentários

P(2), P(4), P(5), P(6), P(10), P(11), P(12), P(20), P(21) e P(23).

5) Instrumentos geram sons pela atuação dos músicos específicos, assim como órgãos geram trabalho vital pela atuação das células específicas.

Entre os professores participantes da pesquisa, 22 concordaram, sendo que: 15 “concordaram totalmente”; 7 “concordaram parcialmente”; e 2 “discordaram parcialmente”. Desses, 14 fizeram algum tipo de comentário e 10 não comentaram. O Gráfico 5, abaixo, apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 5 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 5 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(1), P(5), P(7), P(13), P(14), P(15) e P(18) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, conseguiram associar semelhanças peculiares entre músicos e células, instrumentos e órgãos.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(3), P(9), P(16), P(19) e P(22). Esse grupo de participantes relatou que percebeu essa comparação de uma maneira que os músicos tenham mais independências em relação aos órgãos, podendo, assim, tocar vários tipos de instrumentos, já a célula, não, tem seu papel específico. E, também que, na compreensão deles, ficaria melhor colocarmos o termo “tecidos específicos” ao invés de células específicas.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(10) e P(17). Esse grupo de participantes considerou outros fatores como, por exemplo, o meio extracelular que está interligado a um bom funcionamento dos órgãos. E, também, a questão de que as células são as unidades fundamentais para a formação de cada tecido e, conseqüentemente, de cada órgão.

Não conseguimos associar o elemento “tecidos” a nenhuma outra estrutura da orquestra, esse elemento não foi citado no mapeamento estrutural. Mas isso não significa que não exista um elemento a que podemos correspondê-lo na orquestra.

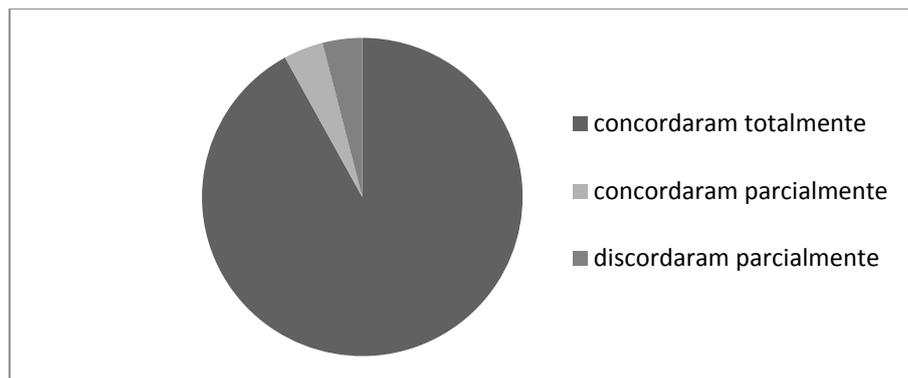
Participantes sem comentários

P(2), P(4), P(6), P(8), P(11), P(12), P(20), P(21), P(23) e P(24).

7) O maestro gera comando da orquestra por gestos, na apresentação sinfônica, assim como o cérebro gera comando do corpo humano por impulsos elétrico-hormonais.

De acordo com os professores participantes da pesquisa, 23 concordaram, sendo que: 22 “concordaram totalmente”; 1 “concordaram parcialmente”; e 1 “discordam parcialmente”. Desses 11 fizeram algum tipo de comentário e 13 não fizeram nenhum tipo de comentário. O Gráfico 6, abaixo, apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 6 - Distribuição dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 7 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(7), P(9), P(13), P(15), P(16), P(17), P(18), P(19) e P(20) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, que há uma relação entre a comparação de que o maestro gera comandos à orquestra, assim como o cérebro gera comandos ao corpo humano.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(8). Esse participante acredita que “todo sistema nervoso central coordena o corpo”, ou seja, não somente o cérebro realiza esse comando.

Participantes cujos comentários discordam parcialmente

P(24). Esse participante percebe que o funcionamento do cérebro envolve muito mais ações e que existem vários mecanismos envolvidos, um deles é realizado por substâncias e muitos ainda sendo um mistério para as ciências.

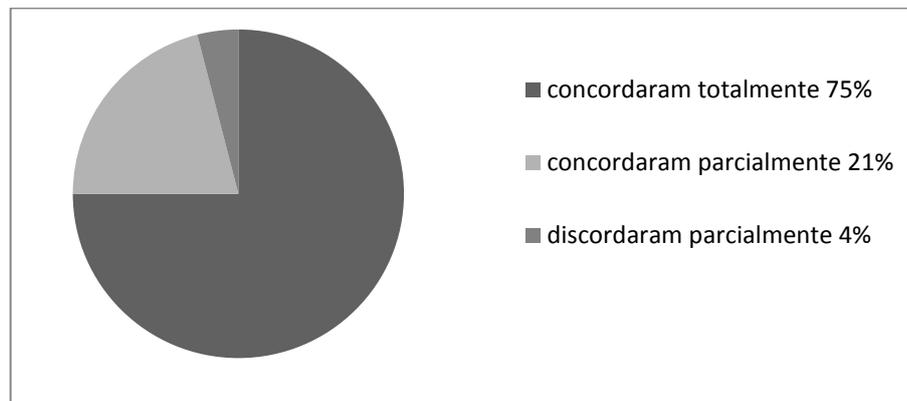
Participantes sem comentários

P(1), P(2), P(3), P(4), P(5), P(6), P(10),P(11), P(12), P(14),P(21), P(22) e P(23).

9) A execução de algumas músicas por uma orquestra alterna momentos de tranquilidade e tormenta, assim como a execução de alguns metabolismos (trabalhos vitais) por um corpo humano alterna momentos de lentidão e aceleração.

Entre os professores participantes da pesquisa, 23 concordaram, sendo que: 18 “concordaram totalmente”; 5 “concordaram parcialmente”; e a porcentagem para aqueles que “discordaram parcialmente” foi 1. Desses 13 fizeram algum tipo de comentário e 11 não comentaram. O Gráfico 7, abaixo, apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 7 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 9 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P (1), P(7), P(9), P(13), P(15), P(16), P(17) e P(18) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, perceberam que há uma relação dessa comparação: alterações em alguns momentos na orquestra, assim como alterações no funcionamento do corpo humano através do metabolismo.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(14), P(19), P(22) e P(24). Esse grupo de participantes relatou que acredita que o corpo esteja em trabalho acelerado o tempo todo. Outros justificaram que essa questão poderia ter sido mais bem explicada e que não conseguiram relacionar muito bem a comparação.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(20). O participante acredita que “pode alterar para momentos de lentidão e aceleração se o metabolismo estiver alterado”. (P.20. Dados da pesquisa.)

Participantes sem comentários

P(2), P(3), P(4),P(5), P(6),P(8), P(10), P(11), P(12),P(21) e P(23).

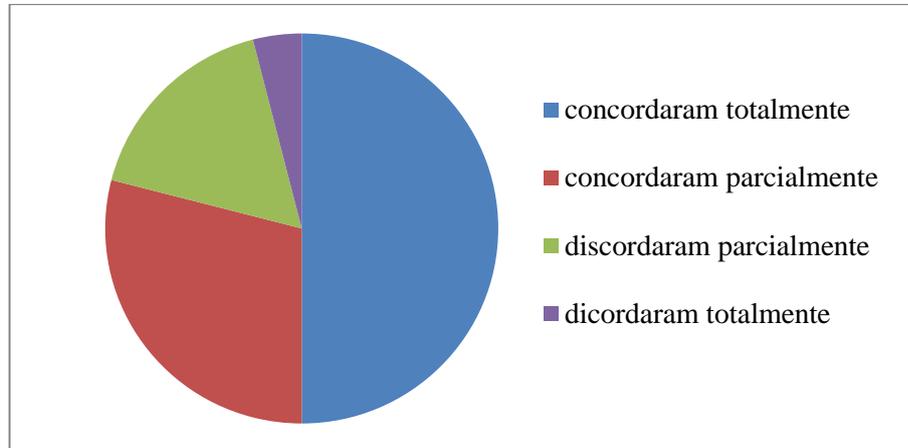
6.3.1.4 Categoria C

Na terceira categoria, agrupamos as seguintes questões: 6, 8 e 10. Nessa categoria, encontramos todas as opções de acordo com a escala Likert como 4, 3, 2 e 1, observadas pelos participantes, ou seja, concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordam parcialmente ou discordaram totalmente, respectivamente.

1) O treinamento auxilia os músicos a gerarem som de qualidade, assim como a nutrição auxilia as células a gerarem trabalho vital de qualidade.

Entre os professores participantes da pesquisa, 19 concordaram, sendo que: 12 concordaram totalmente; 7 concordaram parcialmente; 4 discordaram parcialmente; e 1 discordam totalmente. Desses 16 fizeram algum tipo de comentário e 8 não comentaram. O Gráfico 8 abaixo apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 8 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente e discordaram parcialmente. Referente à pergunta 6 – 2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(7), P(9), P(13), P(15) e P(16) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, perceberam que os nutrientes são de grande importância para o trabalho vital e que a nutrição deve ser adequada e específica, assim como o treinamento dos músicos.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(1), P(3), P(14), P(18), P(22) e P(24). Esse grupo de participantes entende que para o desempenho celular, uma boa nutrição não seja suficiente, tem outros fatores que estão interligados ao trabalho vital, como por exemplo: carga genética, saúde mental e física. E, também, que os nutrientes adequados são independentes de treinamento.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(4), P(10), P(17) e P(19). Alguns nesse grupo de participantes acharam confuso relacionar a questão de treino com a nutrição e relacionaram outros componentes para um trabalho de qualidade, como por exemplo: “níveis de oxigenação, presença de fatores de crescimento, hormônios, moléculas sinalizadoras que podem inibir ou ativar determinada ação”.

Participantes cujos comentários discordaram totalmente

P(8). Esse participante não percebeu nenhuma relação entre os domínios comparados, achando a comparação indevida. “Acho que o uso correto do sistema seria melhor comparado ao treinamento dos músculos. Como exemplo, beber água exercita as células do sistema renal e previne contra doenças relacionadas ao sistema”.

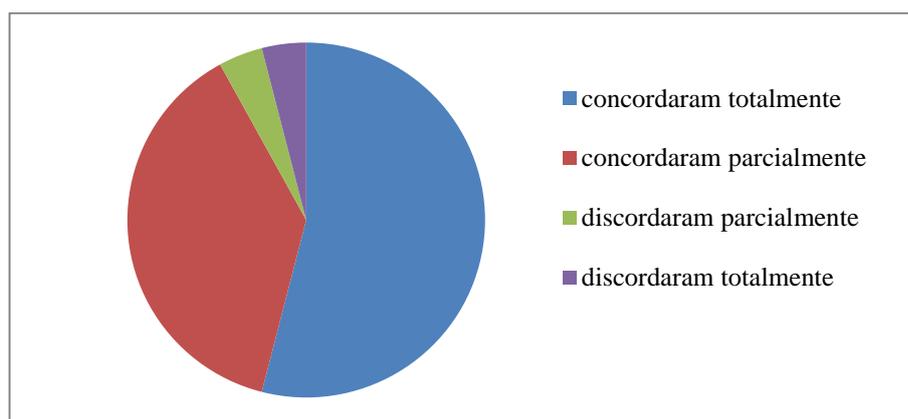
Participantes sem comentários

P(2), P(5), P(6), P(11), P(12), P(20), P(21) e P(23).

8) A retirada de uma família de instrumentos, na apresentação sinfônica, altera a performance da orquestra, assim como a retirada de um sistema funcional impede o funcionamento do corpo humano.

Entre os professores participantes da pesquisa, 22 concordaram, sendo que: 13 dos participantes “concordaram totalmente”; 9 “concordaram parcialmente”; 1 “discordaram parcialmente”; e 1 “discordaram totalmente”. Com relação aos comentários, 17 fizeram algum tipo de comentário, enquanto 7 não fizeram nenhum tipo de comentário. O Gráfico 9, abaixo, apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 9 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente. Referente à pergunta 8 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(3), P(7), P(13), P(14),P(17), P(19), P(20) e P(24) concordam totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, perceberam que ocorre uma relevância mais evidente quando se relacionam os sistemas funcionais com o corpo humano em comparação às famílias de instrumentos de uma orquestra. No primeiro caso, se retirarmos, esse será impedido de realizar seu funcionamento, já no segundo caso, não impede se sim altera o funcionamento, que nesse exemplo é a orquestra.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(1), P(4), P(9), P(15) (comentário inadequado), P(16), P(18) (comentário inadequado) e P(22). Esse grupo de participantes relatou que uma orquestra pode funcionar de forma alterada com a retirada de uma família, já o corpo humano, não, se retirar um sistema, não ocorre o funcionamento num todo. Fica mais evidente a importância quando retiramos um sistema funcional do corpo humano do que uma família de instrumentos de uma orquestra.

Os P(15 e 18) acreditam que nem sempre a retirada de um sistema impede o funcionamento do corpo humano, depende em qual sistema está sendo retirado.

Participantes cujos comentários discordam parcialmente

P(10). Nem sempre. Às vezes o corpo pode funcionar mesmo com algum sistema alterado. Obviamente algumas alterações podem causar mais danos que outras

Participantes cujos comentários discordam totalmente

P(8). Esse participante acredita que “a orquestra consegue tocar sem um grupo de instrumentos. Já o organismo sem um sistema não funciona”. Apesar de o participante ter classificado com nível 1 de acordo com a escala Likert, o seu comentário é semelhante com os P(4) e P(9), que classificaram que concordam parcialmente.

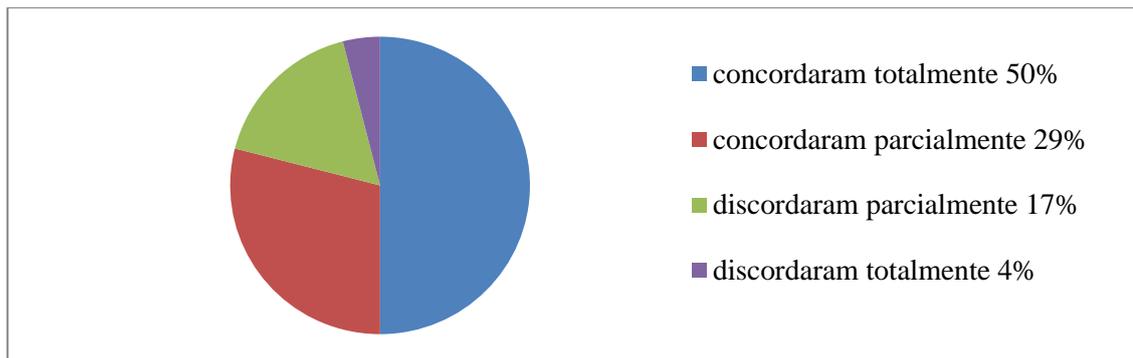
Participantes sem comentários

P(2), P(5), P(6), P(11), P(12), P(21) e P(23).

10) A ausência de um instrumento ou sua desafinação poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de recursos” rapidamente corrigido, assim como a ausência de um órgão ou sua deficiência funcional poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido.

Entre os professores participantes da pesquisa, 19 concordaram, sendo que: 12 “concordaram totalmente”; 7 ‘concordaram parcialmente’; 4 “discordaram parcialmente”; e 1 “discordam totalmente”. Com relação aos comentários, 15 dos participantes fizeram comentários e 9 não fizeram nenhum tipo de comentário. O Gráfico 10, abaixo, apresenta comentários de acordo com a escala Likert.

Gráfico 10 - Porcentagem dos comentários de acordo com a escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente. Referente à pergunta 10 -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Participantes cujos comentários concordaram totalmente

P(7), P(9), P(14) e P(17) concordaram totalmente tanto na classificação da escala Likert (4) quanto nos comentários, ou seja, comentaram que os desafinos podem ser corrigidos numa orquestra e para o corpo humano temos vários controles desses possíveis desafinos: neural, quimiorreceptores e cardiopulmonares que atuam nas pequenas alterações.

Participantes cujos comentários concordaram parcialmente

P(3), P(5), P(10), P(13), P(15) e P(22). Esse grupo de participantes que concordou parcialmente relatou que a ausência de um órgão e sua importância varia muito, ou seja, depende do órgão. E outra questão apontada foi a de que, às vezes, não é corrigido rapidamente, depende de cada situação, tanto para o funcionamento do corpo humano quanto para o funcionamento da orquestra.

Participantes cujos comentários discordaram parcialmente

P(8), P(11), P(16) e P(18). Esse grupo de participantes discordou parcialmente e também visaram à questão de qual órgão se trata, pois se for um vital não é possível uma “correção”. E uma discordância desse grupo foi que um participante não concorda com o termo “corrigir rapidamente”.

Participantes cujos comentários discordaram totalmente

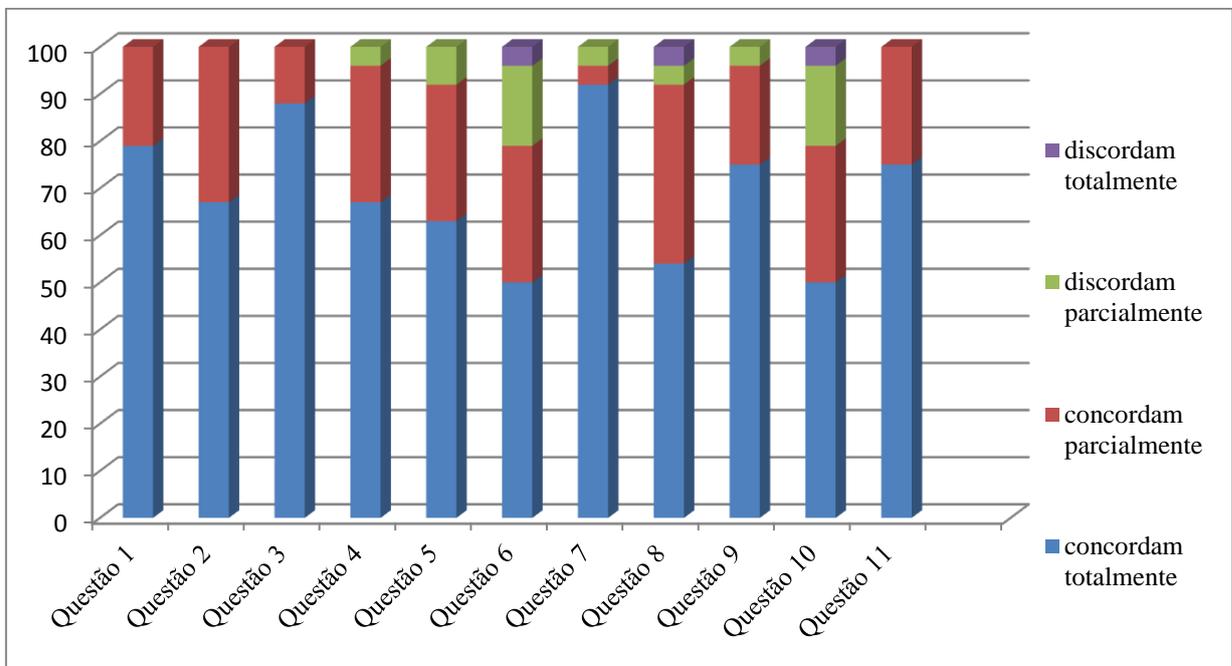
P(20). E, para finalizar, com relação ao discordar totalmente, teve um participante que afirmou que a ausência de um órgão altera drasticamente o funcionamento do corpo como um todo.

Participantes sem comentários

P(1), P(2), P(4), P(6), P(12), P(19), P(21), P(23) e P(24).

Segue abaixo o Gráfico 11, no qual consta um panorama geral de todas as perguntas baseadas no padrão da escala Likert.

Gráfico 11 - Porcentagem geral de todas as perguntas do questionário em relação à escala Likert: concordaram totalmente, concordaram parcialmente, discordaram parcialmente e discordaram totalmente -2017



Fonte: Dados da pesquisa

Podemos observar que nas questões apresentadas com resultado de duas variáveis, não as representamos em forma de gráficos. Achamos mais prudente representar os dados nessa forma quando apresentaram três ou mais variáveis.

Na Tabela 4, está representado um panorama da análise dos questionários envolvidos nessa pesquisa.

Tabela 4 - Análise do percentual de concordância ou discordância das perguntas referentes ao questionário, com as principais opiniões dos professores participantes, de acordo com as três categorias

Categorias	A			B					C			
	Nº Questão	1	2	3	11	4	5	7	9	6	8	10
Escala 4		*79%(19)	67%(16)	88%(21)	75% (18)	67%(16)	63%(15)	92%(22)	75% (18)	50% (12)	54% (13)	50% (12)
Escala 3		21%(05)	33%(08)	12%(03)	25% (06)	29%(07)	29%(07)	04%(01)	21% (05)	29% (07)	38% (09)	29% (07)
Escala 2		X	X	X	X	04%(01)	08%(02)	04%(01)	04% (01)	17% (04)	04% (01)	17% (04)
Escala 1		X	X	X	X	X	X	X	X	04% (01)	04% (01)	04% (01)
Não comentaram		25%(06)	33%(08)	42%(10)	37% (09)	42%(10)	42%(10)	54%(13)	46% (11)	33% (09)	29% (07)	37% (09)
Comentaram		75%(18)	67%(16)	58%(14)	63% (15)	58%(14)	58%(14)	46%(11)	54% (13)	67% (16)	71% (17)	63% (15)
Ideias sugeridas nos comentários	Sistemas Endócrino e Sistema Nervoso Central (SNC)	Cerebelo, encéfalo e SNC	Tecidos, órgãos, nervos, músculos	Maior dependência Corpo/órgão que Orquestra/instrumento Fatores genéticos e extrínsecos	Órgãos de um mesmo sistema podem ter funções diferentes	Tecidos específicos	SNC	Corpo acelerado continuamente				

(ambientais)

Ideias pertinentes	Trocar cérebro por SNC	Trocar cérebro por SNC	NA** *	Limitação	Associar semelhança funcional a sistema e não a órgãos	Trocar Células por Tecidos	Trocar cérebro por SNC	NA***
Reconstrução da correspondência	Sim	Sim	Não	Considerar estes elementos na apresentação da analogia	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: Dados da pesquisa

Legenda: Escala Likert utilizada nesta pesquisa: escala 4 (concordam totalmente) e 3 (concordam parcialmente); escala 2 (discordam parcialmente) e 1 (discordam totalmente)

* Percentual (nº participantes)

**Categorias A, B, C se distinguem pelo nº das escalas indicadas para as questões do questionário.

A – escalas 4 e 3

1. O **maestro** coordena uma orquestra, assim como o **cérebro** coordena o corpo humano.
2. Há necessidade do **maestro** para que haja ordem e evolução (**Harmonia**) da orquestra, assim como, há necessidade do **cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (**Homeostasia**) no funcionamento do corpo humano.
3. A orquestra é formada por **famílias de equipamentos**, assim como o corpo humano é formado por **sistemas funcionais**.
11. A organização e o funcionamento de uma **orquestra musical** é comparável a organização e o funcionamento de um **corpo humano**.

B – escalas 4, 3 e 2

4. As **famílias de instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais, assim como, os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais.

5. **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos, assim como, **órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação das **células** específicas.

7. O **Maestro** gera comando da orquestra por **gestos**, na apresentação sinfônica, assim como, o **cérebro** gera comando do corpo humano por **impulsos elétricos/hormonais**.

9. A execução de algumas músicas por uma orquestra alterna **momentos de tranquilidade e tormenta**, assim como, a execução de alguns metabolismos (trabalhos vitais) por um corpo humano alterna **momentos de lentidão e aceleração**.

C – escalas 4, 3, 2 e 1

6. O treinamento auxilia os músicos a gerarem som de qualidade, assim como, a nutrição auxilia as células a gerarem trabalho vital de qualidade.

8. A retirada de uma **família de instrumentos**, na apresentação sinfônica, altera a performance da orquestra, assim como, a retirada de um **sistema funcional** impede o funcionamento do corpo humano.

10. A ausência de um instrumento ou sua desafinação poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de recursos” rapidamente corrigido, assim como, a ausência de um órgão ou sua deficiência funcional poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido.

*** NA – não se aplica

6.3.2 *Análise qualitativa dos questionários*

Após considerar os comentários dos professores participantes, percebe-se que:

- a) Algumas ideias não foram pertinentes com relação ao potencial pedagógico da analogia e por isso foram desconsideradas, como foi o caso das questões nº 03 e 09. Desta forma, os textos das correspondências presentes nas questões nº 03 e 09 foram mantidos.
- b) As percepções observadas pelos professores foram interessantes para melhor correlação entre os elementos, atributos e relações dos dois domínios e, desta forma, foram considerados para a reconstrução dos textos das correspondências. A reconstrução foi realizada nas questões nº 01, 02, 04, 05, 07.
- c) Presença de limitação nas questões nºs 11, cujos elementos de cada domínio devem ser explicitados na construção da analogia.

6.3.3 *Reconstrução da correspondência: nova proposta de correspondências, após a contribuição dos professores participantes do questionário*

1. O **maestro** coordena uma orquestra assim como o **SNC** coordena o corpo humano.
2. Há necessidade do **maestro** para que haja ordem e evolução (**Harmonia**) da orquestra, assim como, há necessidade do **SNC** para que haja regulação e equilíbrio (**Homeostasia**) no funcionamento do corpo humano.
4. As **famílias de equipamentos**, agregados por semelhanças funcionais, são compostas por **instrumentos**, assim como, os **sistemas funcionais**, agregados por semelhanças funcionais, são compostos por órgãos.
5. **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos, assim como **órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação dos **tecidos** específicos.
7. O **Maestro** gera comando da orquestra por gestos, na apresentação sinfônica, assim como, o **SNC** gera comando do corpo humano por **impulsos elétricos/hormonais**.

6.3.4 Análise do grupo focal

Nessa etapa da pesquisa foram convidados 13 professores para participarem do grupo focal, mas somente sete participaram efetivamente da discussão.

6.3.4.1 Perfil da amostra

A princípio, os professores que foram convidados a participar do grupo focal foram aqueles que apresentaram, de acordo com a escala Likert, as posições: 3,2 e 1. Ou, então, para aqueles comentários que pudessem contribuir através de seus questionamentos ou comentários detalhados e exemplificando nas questões levantadas, como exemplo, o Quadro 8 apresenta os comentários de P(8).

Quadro 8 - Comentários de um professor de Biologia questionando duas correspondências em relação à comparação: *Corpo Humano versus Orquestra Musical*

1) As **famílias de instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais, assim como os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais.

④ ③ ② ①

Comentários: Os órgãos de um mesmo sistema possuem semelhanças funcionais, mas também muitas diferenças. Como exemplo, cito o ureter, que é parte do sistema renal e sua função é pouquíssima parecida com a função do rim.

2) O **treinamento** auxilia os **músicos** a gerarem **som** de qualidade, assim como a **nutrição** auxilia as **células** a gerarem **trabalho vital** de qualidade.

④ ③ ② ①

Comentários: Não achei a comparação devida. Acho que o uso correto do sistema seria melhor comparado ao treinamento dos músculos. Como exemplo, beber água exercita as células do sistema renal e previne contra doenças relacionadas ao sistema.

Com relação ao gênero dos participantes, houve a participação de apenas um homem. A faixa etária da idade foi entre 32 a 36. Quanto ao nível de titulação acadêmica, tivemos a seguinte situação: uma graduada, três mestres e três doutores, com uma média de experiência profissional de um ano a 10 anos, atuando em diversas esferas (municipal, estadual e federal) e atuando no ensino fundamental, médio, técnico e ensino a distância. Todos os participantes têm a mesma formação acadêmica, Ciências Biológicas. Consideramos o grupo heterogêneo, pois há uma diversidade quanto ao tempo de experiências como docentes e uma variedade com relação à esfera de atuação, possibilitando, assim, visões e experiência distintas. Segundo Flick (2004), os grupos heterogêneos apresentam diferenças nas características de relevância à questão de pesquisa, tendo como finalidade aumentar a dinâmica da discussão.

Quadro 9 - Comentários dos professores participantes mediante as questões apresentadas no grupo focal e considerações – 2017

Perguntas	Comentários Transcritos	Considerações
<p>1) Para vocês o que é uma analogia?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - E uma comparação ou uma aproximação de algum modelo - Comparação ao sinônimo - Em alguns pontos tem relação às coisas. - Ter relações entre coisas. Ah! Então tem comparações erradas, né? A mais clássica é coração como é uma bomba. É importante fazer sentido para o aluno, o aluno tem que ter uma vivência com aquilo. - Indireto comparar umas coisas com a outra, elencar as diferenças e semelhanças entre domínios. - É uma comparação, uma aproximação. - É uma comparação aprofundada com muitas relações, ficam mais assertivas. Tem que haver importância para o aluno não vai vale fazer parte da realidade do aluno. 	<p>Quase todos os professores associam analogias a comparações, relações, aproximação e modelo.</p> <p>Quando eu expliquei a diferença entre comparação e analogia, surgiram os comentários sobre os possíveis erros que os professores comentem se souber que aquela comparação não é uma analogia de fato, o exemplo citado na discussão foi comparar o coração a uma bomba. Que bomba? Como os alunos percebem isso?</p>
<p>2) É possível estabelecer uma comparação entre um tecido do corpo humano com uma estrutura da orquestra musical? Se sim, qual estrutura da orquestra? Justifique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de associar uma estrutura da orquestra, pois não conheci de fato como essa funciona; - Se tivesse o conhecimento prévio da orquestra facilitaria; ou um conhecimento mais aprofundado; - Não tenho familiaridade com a orquestra; - Violinos: células, conjuntos de tecidos; - É difícil fazer essa associação; - Se a orquestra não é familiar aos alunos, porque optou por essa técnica de ensino? 	<p>O fator da limitação sobre a familiaridade da orquestra teve uma visão significativa nessa questão. Podemos assim, considera-la uma limitação, mas que não desqualifica a comparação como uma analogia. E com relação à aplicação desta comparação em sala de aula deve-se ser considerado a familiaridade dos estudantes. E também o professor pode buscar outros caminhos para que vença esse obstáculo, como por exemplo, passar um vídeo para a turma, mostrando como funciona uma orquestra musical.</p>

<p>3) Após analisarmos a seguinte pergunta “O treinamento auxilia os músicos a gerarem som de qualidade, assim como a nutrição auxilia as células a gerarem trabalho vital de qualidade”. Percebemos que essa não foi muito bem formulada. Comentem.</p>	<p>Nutrição é sistêmico e não suprimento celular, o problema é “a célula”;</p> <p>Talvez trabalho celular, acho que ficou confusa a comparação;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os músicos se “alimentam” artisticamente de música, eu concordo com a comparação; - Ensaio vem para harmonia da orquestra, nutrição vem para ter nutrir e fazer funcionar, talvez a palavra treinamento físico, ou trabalho celular; - Treinamento para levar à perfeição, achei boa a comparação; - Achei confuso. 	<p>Por se trata de uma pergunta mais complexas os participantes acharam confuso associar essa comparação para tais domínios.</p> <p>E nem todos perceberam uma boa comparação, achando um pouco confuso associar os dois domínios.</p> <p>Sugeriram que o termo “trabalho celular” provavelmente seria mais apropriado.</p>
<p>4)A retirada de uma família de instrumentos, na apresentação sinfônica, altera a performance da orquestra, assim como a retirada de um sistema (conjunto de órgão) impede o funcionamento do corpo humano. Comentem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perde o segmento e sonoridade musical, para o sistema, o corpo entra em colapso; - Não vai funcionar, a orquestra perde a harmonia se tirar o regente; - A fragmentação dos sistemas no ensino dificulta essa percepção, estudam separados nos livros. A organização não termina, mas afeta fica, desarmônica. 	<p>Os participantes concordaram com a comparação percebendo as mudanças das possíveis “retiradas” em ambos os domínios.</p> <p>Um dos participantes abordou um grande desafio apontado pelos pesquisadores: o ensino do corpo humano ser transmitidos aos estudantes de forma fragmentada. Isso às vezes pode causar uma confusão conceitual ou até mesmo de interpretação do funcionamento do corpo como um todo.</p>
<p>5) A ausência de um instrumento ou sua desafinação poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “incidente de percursos” rapidamente corrigido, assim como a ausência de um órgão ou sua deficiência funcional poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido. Comentem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Achei boa- o desafino, alguém erra e corrige rapidamente. O mal-estar pode ser rapidamente corrigido; - Depende, as não é corrigido; - Depende do número de músico em cada família. Se tiver quatro e um falhar tem os outros. E depende também dos instrumentos (fígado, rins, no caso dos órgãos). 	<p>Os participantes perceberam essa comparação de alguns aspectos distintos. Sendo que, todos concordaram, mas alguns relataram que depende que de qual órgão se trata, se é um órgão duplicado ou simples, e se é um órgão vital. Pois, todos são importantes, mas alguns apresentam uma importância mais acentuada.</p>

<p>6) A organização e o funcionamento de uma orquestra musical são comparáveis à organização e o funcionamento de um corpo humano. Vocês utilizariam dessa analogia em sala de aula? Justifique</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Eu usaria sem muitos detalhes, como por exemplo, maestro, sistema nervoso central, violonista sistema endócrino. Não faria relações com sistemas, compararia a harmonia. O segmento depende do aprofundamento que se dará à comparação; – Um trabalho interdisciplinar com Artes ficaria interessante, a apresentação da orquestra pelo professor de Artes. Depende do tipo de aluno que é seu público; – Usaria com relações mais superficiais. Importante para abordar a interação dos sistemas, válido para sistema nervoso, coordenação para harmonia. O aluno entenderá o que é uma harmonia orgânica. Nos livros de ensino fundamental eles compararam células com usinas, já no ensino médio isso já não é tão frequente, no ensino médio tem menos uso; – Tentar correlacionar com o conhecimento prévio dos alunos. Depende do quanto aprofundará nesta analogia, de acordo com seus objetivos; – Tem que ter o conhecimento prévio dos dois, e se esses domínios são desconhecidos prejudica. 	<p>Percebemos que os participantes usariam essa comparação como recurso mediador para se ensinar o corpo humano. Porém, não iriam aprofundar muitos nas relações e suas correspondências, considera também a questão a possibilidade de desenvolverem um trabalho interdisciplinar com esse recurso.</p> <p>Outra questão relatada foi sobre o levantamento do conhecimento prévio do assunto. Com isso, nos concluímos que os participantes entendem a importância do conhecimento prévio quando se trata de uma analogia.</p>
---	---	---

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Pádua (2002) & Marcelos (2006)

Contudo, entendemos que os participantes percebem essa comparação válida, com fundamentos relacionais tanto estruturais quanto funcionais, mas ressaltaram alguns pontos como, por exemplo, a importância do conhecimento domínio alvo tanto dos professores quanto dos estudantes. E do entendimento e o domínio que o professor tem que ter em sala de aula quando trata-se do uso de analogias como ferramenta mediadora no processo de ensino e aprendizagem. Na Tabela 5, representamos as respostas de forma sintetizada.

Tabela 5- Respostas das seis perguntas de foram resumida daqueles participantes do grupo focal

Perguntas	Ideias principais
1	No geral analogia é uma comparação.
2	A importância sobre o conhecimento prévio do DB
3	Substituição do termo “trabalho celular”, no lugar de trabalho vital.
4	Abordagem de como o tema corpo humano é ensinada nas escolas de forma “fragmentada”.
5	Evidenciou a importância funcional de certos órgãos, caso seja feita a retirada. A diferença entre os órgãos duplos e simples.
6	Os participantes usariam essa comparação em sala de aula, mas sem aprofundamento.

Fonte: Elaborado pela autora

No desenvolver da pesquisa, observamos que os participantes estavam mais seguros e familiarizados no grupo focal em relação ao posicionamento de ideias relatadas no questionário. Observamos, também, que durante a discussão do grupo focal, alguns participantes mudaram de opinião em comparação às respostas estabelecidas no questionário como, por exemplo, o P(8) com relação à pergunta três: a princípio ele havia dito que discordava totalmente dessa comparação. Possivelmente essa mudança de opinião ocorreu devido à familiarização com o domínio alvo.

6.3.5 Discussões das restrições psicológicas

Depois de várias discussões, questionamentos e ideias, elaboramos um novo mapeamento estrutural, que segue no quadro abaixo:

Quadro 10- Mapeamento estrutural II- Comparação entre uma orquestra música (DB) e um corpo humano

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Orquestra	$\longleftrightarrow E_1$	Corpo Humano
Maestro	$\longleftrightarrow E_2$	Sistema Nervoso
Família de Instrumentos (cordas, sopro, percussão)	$\longleftrightarrow E_3$	Sistemas Funcionais
Músicos	$\longleftrightarrow E_4$	Órgãos
Instrumentos	$\longleftrightarrow E_5$	Células
Cordas, orifícios e teclados	$\longleftrightarrow E_6$	Organelas
Música/som	$\longleftrightarrow E_7$	Trabalho vital/metabolismo
Gestos do maestro	$\longleftrightarrow E_8$	Impulsos elétricos / neuro-hormônios
Funcionamento e organização da orquestra	$\longleftrightarrow A_1(E_1)$	Funcionamento e organização do corpo humano
Necessidade do maestro para que haja ordem, evolução (harmonia).	$\longleftrightarrow A_2(E_2)$	Necessidade do sistema nervoso para que haja ordem, evolução e harmonia.
Organização das famílias instrumentos por semelhanças funcionais	$\longleftrightarrow A_3(E_3)$	Organização dos sistemas funcionais por semelhanças funcionais
Ciclo de uma música (início, meio e fim)	$\longleftrightarrow A_4(E_6)$	Ciclo vital (nasce, cresce e morre).
Maestro gera comando por gestos	$\longleftrightarrow r_1(E_2, E_8)$	Sistema nervoso gera comando por impulsos elétricos/neuro-hormônios .
Em uma orquestra , cada músico tem seu instrumento específico.	$\longleftrightarrow r_2(E_1, E_4, E_5)$	No corpo humano cada órgão tem suas células específicas.
Os instrumentos são unidades funcionais constituídos por cordas, orifícios e teclados com funções distintas	$\longleftrightarrow r_3(E_5, E_6)$	As células são unidades funcionais constituídas por organelas com funções distintas
Instrumentos são componentes que constituem as famílias de instrumentos	$\longleftrightarrow r_4(E_5, E_3)$	Células são componentes que constituem os sistemas funcionais
Ausência ou mal desempenho de um músico pode alterar funcionamento da orquestra		Ausência ou mal funcionando de um órgão pode alterar o funcionamento do corpo humano

	$r_5(E_4, E_1)$ ←————→	
Músicos exercem ação de gerar música	$r_6(E_4, E_7)$ ←————→	Órgãos exercem ação de gerar trabalho vital
A orquestra apresenta variação no andamento (velocidade de pulsação) das músicas : ora tranquila, ora rápida.	$r_7(E_1, E_7)$ ←————→	O corpo humano apresenta variação metabolismo : ora tranquilo, ora rápido.
Uma orquestra é formada por famílias de instrumentos que se organizam por semelhanças funcionais	$r_8(E_1, E_3)$ ←————→	O corpo humano é formado por sistemas funcionais que estão organizados por semelhanças funcionais
A retirada de uma família de instrumentos muda o funcionamento da orquestra	$r_9(O_1, O_3)$ ←————→	A retirada de um sistema muda o funcionamento do corpo humano
A retirada de uma família de instrumentos modifica a orquestra, mas esta continua	$r_{10}(O_1, O_3)$ ←———— X ————→	A retirada de um sistema mata o corpo humano
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música	$R_1(r_6, E_1, E_2)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música através dos instrumentos	$R_2(R_1, E_5)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital através das células
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música por meio do acionamento das cordas/orifícios/teclados dos instrumentos	$R_3(R_2, E_6)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital através das organelas das células
Os instrumentos são unidades funcionais constituídos por cordas, orifícios e teclados com funções distintas, formando assim as famílias de instrumentos .	$R_4(r_3, E_3)$ ←————→	As células são unidades funcionais constituídas por organelas com funções distintas, formando assim os sistemas funcionais eu elaborei

Fonte: Elaborado pela autora

Após elaborarmos um novo mapeamento estrutural, percebemos algumas alterações, conforme Quadro 10, em relação ao primeiro mapeamento estrutural, apresentado em Ibagué – Colômbia. Segue abaixo a tabela comparativa dos resultados dos dois mapeamentos abordados nessa pesquisa.

Quadro 11- Comparação das estruturas relacionadas nos dois mapeamentos estruturais

	Primeiro Mapeamento- Lasera 2015 (Portela <i>et al.</i> , 2015)	Segundo Mapeamento- 2016/2017
Elementos	7	8
Atributos	2	4
Relação 1ª ordem	7	9
Relação 2ª ordem	3	4
Limitação	1	1

Fonte: Elaborado pela autora

O mapeamento estrutural apresentado no Quadro 9 permitiu-nos identificar oito elementos de cada domínio em correspondência, além de quatro atributos. Por meio dessas correspondências iniciais, foi possível levantar nove relações de ordem estrutural, isto é, relações de primeira ordem que caracterizam o funcionamento dos dois domínios. Também nos permitiu identificar quatro relações de ordem superior que, cognitivamente, governam as primeiras relações de ordem estrutural.

Possivelmente, essa modificação ocorreu em relação ao primeiro mapeamento pelo motivo de termos nos apropriado mais do assunto, por meio das validações, da elaboração, das sugestões e análise do questionário e discussão do grupo focal, todos esses dados de coleta nos permitiram compreender melhor o objeto de estudo em questão.

Dessa forma, percebemos que a comparação entre o corpo humano e o funcionamento de uma orquestra musical apresenta consistência estrutural, pois há correspondência um a um, e uma conectividade entre os elementos dos DB e DA, apresentando argumentos correspondentes e também sistemáticos. Há conectividade entre as relações estruturais, entre os domínios e possui foco relacional, pois o foco de uma analogia deve estar nas relações, no qual devem apresentar estruturas consistentes. No qual atribui com um alto poder cognitivo e preditivo das relações existentes no domínio alvo dessa comparação.

No entanto, ao realizar o trabalho do mapeamento estrutural dessa comparação um fato isolado ocorreu com relação ao elemento E₅, pois na hora em que elaboramos essa correspondência, no primeiro mapeamento estrutural, relacionamos o elemento instrumento (DB) e células (DA), mas quando fomos elaborar o questionário, percebemos que na questão

E “*Instrumentos geram sons pela atuação dos músicos específicos, assim como órgãos geram trabalho vital pela atuação das células específicas*”, o termo mais apropriado para associarmos ao elemento instrumentos seria o termo órgãos. Porém, como estávamos reformulando o mapeamento estrutural para a versão final, chegamos à conclusão de que, para o mapeamento estrutural, a expressão mais aceitável para o elemento *instrumentos* era *células*, pois contribuía com mais correspondências e relações coerentes. Por esse motivo, o **E₅** no mapeamento estrutural faz correspondência entre *instrumentos* e *células* e no questionário faz correspondência entre *instrumentos* e *órgãos*.

Há que se considerar que este aspecto se constitui como uma das restrições psicológicas apontadas pelo nosso referencial teórico para o estabelecimento de uma analogia e, conseqüentemente, para a determinação de sua plausibilidade. Contudo, a nossa análise demonstrou que esta comparação, sendo bem explorada em uma sala de aula, com um professor preparado para aplicá-la, é capaz de oferecer boas possibilidades para o entendimento do funcionamento do corpo humano, contribuindo, assim, no processo de ensino dessa temática.

Dessa forma, entendemos que esse mapeamento estrutural entre a comparação do corpo humano com a orquestra musical não acabou. Deixamos em aberto para acrescentarmos mais relações e atributos, pois compreendemos que não há um fim predeterminado, pois depende do conhecimento das pessoas e suas experiências vivenciadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito às analogias com o corpo humano, percebemos, no decorrer do trabalho, que há pouco uso desse recurso. O que há na literatura são meras comparações usadas há anos, tais como a comparação do coração com uma bomba. Nesse caso, especificamente, a quais bombas nos referimos quando dizemos que “o coração é uma bomba”? Como os estudantes percebem essa comparação? O conhecimento prévio sobre bomba pode gerar obstáculos na aprendizagem, por isso de ser aplicada mediada por uma sequência didática.

Com relação às comparações encontradas nos livros didáticos observamos que o capítulo referente ao sistema digestório foi o que apresentou um número maior de comparações. E algumas expressões foram encontradas em todas as coleções, como por exemplo, tubo, bolo alimentar, caixa torácica, ventilação e memórias celulares. De modo geral, percebemos um número considerável de comparações, mas a princípio essas comparações apresentam ser simples, sem uma estruturação e sistematização.

Observamos também que o maior desafio desse tema é a maneira no qual esse é ensinado aos estudantes, de forma fragmentada. O processo de ensino se inicia do universo macro (cabeça, tronco e membros) e termina no micro (células e moléculas). Como os estudantes podem compreender e apreender, de fato, o funcionamento do corpo humano como um todo, sendo que esse é ensinado de forma fragmentada? Por isso, entendemos que a analogia entre o funcionamento do corpo humano e uma orquestra musical, pode contribuir de forma positiva para o processo de ensino e aprendizagem desse tema e minimizar o problema da fragmentação do corpo humano, pois a orquestra funciona como um todo, sem fragmentação, assim como funciona o corpo humano.

Com isso, o objetivo da pesquisa foi analisar o que os professores pensam sobre essa tal analogia. De acordo com o teste piloto mediado por uma sondagem sobre as semelhanças e diferenças entre o corpo humano e uma orquestra musical que foram observadas pelos professores, concluímos que houve 15 semelhanças e 12 diferenças, sendo que, com relação às semelhanças cinco foram percebidas por mais de um professor, e no que se refere às diferenças, 12 foram distintas, ou seja, cada professor teve uma percepção diferente. Isso ocorreu provavelmente devido ao conhecimento prévio e o domínio de cada professor obtém sobre o domínio base, tornado dessa maneira a percepção subjetiva.

A análise das comparações em livros didáticos e percepção inicial sobre as semelhanças e diferenças entre essa comparação estabelecidas pelos professores, poderíamos

fazer um mapeamento estrutural dessas comparações nos livros didáticos e das semelhanças presentes no teste piloto, para concluirmos de fato quais são as comparações que podemos considera-las analogias e quais são as semelhanças e correspondências enriquecidas e bem estruturadas.

No desenvolver dessa pesquisa foram elaborados dois mapeamentos estruturais e podemos considerar que o segundo apresentou um número maior de correspondência entre o DA e DB, sendo distribuída da seguinte maneira: oito elementos, quatro atributos, nove relações de 1ª ordem, quatro relações de 2ª ordem e uma limitação. Essa diferença dos números de correspondências entre o primeiro e o segundo mapeamento, provavelmente ocorreu devido ao conhecimento estabelecido sobre o domínio base, pois esse foi sendo aprimorado devido às informações e experiências adquiridas em cada etapa da pesquisa.

Na análise do questionário e no grupo focal nós consideramos que os professores reconhecem a importância do uso de analogia em sala de aula como ferramenta didática, que tende a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, mas ressaltam a importância do conhecimento prévio e a realidade a qual o estudante se encontra.

Devido aos dados obtidos, entendemos que a pesquisa apresenta algumas considerações importantes e com características de uma analogia enriquecida e bem estruturada.

Percebemos que essa comparação pode ser vista como um conjunto harmônico, assim como o funcionamento do corpo humano, sem fragmentações. E sendo aplicada em sala de aula por um professor preparado, que apresente uma sistematicidade, uma sequência didática, visando aos objetivos, pode, de fato, contribuir para a melhoria no processo de ensino sobre o funcionamento do corpo humano.

Consideramos uma analogia significativa, pois apresenta elemento e atributos, estabelecendo, assim, relações de primeira e segunda ordem. Apresenta, também, um potencial pedagógico satisfatório, por mostrar um foco relacional, uma sistematicidade e consistência estrutural. Mas devemos considerar que, se essa analogia for aplicada em sala de aula, recomendamos algumas modificações, ou seja, reconstrução de algumas correspondências: I) acrescentar alguns termos como sistema endócrino, sistema nervoso central, tecidos, nervos e músculos; II) fazer a substituição de alguns termos, assim como, cérebro por sistema nervoso central e células por tecidos. E sugerimos que a questão da categoria C, não constitui essa analogia, pois consideramos que as perguntas desse grupo possivelmente necessitem de um aprimoramento e talvez uma estruturação conceitual, pois, apresentaram um determinado nível de concepção diferente.

Consideramos que em todas as etapas obtivemos resultados e ideias muito significantes, com uma grande variedade de opiniões. Até mesmo em relação a comparação sobre o corpo humano com outro domínio base. Ou seja, percebemos que esses resultados estabeleceram expectativas de trabalhos no futuro, podendo proporcionar mais descobertas sobre o processo de ensino e aprendizagem sobre o corpo humano.

Limitações

Durante o desenvolvimento do mapeamento estrutural, encontramos algumas limitações, como, por exemplo, não conseguimos relacionar o elemento “tecidos” a nenhuma estrutura da orquestra, ou seja, não houve atributos correspondentes para compartilhar, o que corrobora Ferry & Nagem (2008), quando atestam que as limitações são características e propriedades entre os domínios alvo e base que não se compartilham. Essa limitação foi percebida por dois professores que responderam ao questionário, especificamente à questão: **5) Instrumentos geram sons pela atuação dos músicos específicos, assim como órgãos geram trabalho vital pela atuação das células específicas.**

O professor P(22), de acordo com a escala de Likert, respondeu que concordava parcialmente. Justificando da seguinte forma: *“Acho que seria melhor, tecidos específicos”*. Já o professor P(17) discordou parcialmente *“porque as células são as unidades fundamentais para formação de cada tecido, e conseqüentemente, de cada órgão”*.

O outro exemplo de limitação é que, quando estávamos elaborando o primeiro mapeamento estrutural, tentamos estabelecer uma correspondência entre as possibilidades de variação no andamento das músicas e as variações no metabolismo no corpo humano, no entanto, não conseguimos encontrar argumentos, elemento, atributos ou relações de primeira ordem, que fossem correspondentes entre os dois domínios comparados.

Dessa forma, entendemos que essas limitações na analogia estabelecida por nós não significam que seja uma analogia enfraquecida ou simples, pois é comum haver limitações quando se estabelece uma analogia.

Por fim, ressaltamos que a abordagem das limitações inerentes às analogias utilizadas em sala de aula como recurso pedagógico é sobremaneira importante, pois também essa discussão pode possibilitar sugestões, opiniões e, sobretudo, o desenvolvimento da criatividade e do raciocínio lógico.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de; FIGUEIREDO, Patrícia; BONFIM, Maria Rosa. Práticas de ensino epistemologicamente diferenciadas sobre a aprendizagem do corpo humano. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 8, n. 15, p. 61-74, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1689/2097>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BACHA, M. L.; STREHLAU, V. I.; ROMANO, R. Percepção: Termo frequente, usos inconsequentes em pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 30, 2006, Salvador, BA. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2006. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/enanpad/2006/dwn/enanpad2006-mkta-1332.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BARBOSA, R. M. R.; MATOS, P. Mena; COSTA, M. E. Um olhar sobre o corpo: o corpo ontem e hoje. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 1, p. 24-34, 2011.
- BARDIN, Laurence. **Análisis de contenido**. Madrid: Ediciones Akal, 2002.
- BERNARDINO, Mychelle Amorim Defenti; RODRIGUES, Maria Aparecia; BELLINI, Marta. Análise crítica das analogias do livro didático público de química do estado do Paraná. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 1, p. 135-150, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v19n1/10.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BERTOLLI FILHO, Claudio; OBREGON, Raquel Lange. Corpo, comunicação e educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 6, n. 1, p. 55-64, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v6n1/06.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BEZERRA, Alberto de Souza; LACERDA JUNIOR, Jose Cavalcante. Breves considerações acerca da trajetória histórica do ensino de Ciências. **Ethos & Episteme: Revista de Ciências Humanas e Sociais da FSDB**, Ano 9, v. 17, p. 129-138, jan./jun. 2013. Disponível em: <http://www.fsdb.edu.br/site/_downloads/XVII_eletronica.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BOZELLI, Fernanda Cátia; NARDI, Roberto. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2245/1644>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientação curricular para o ensino médio**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=668&id=12391&option=com_content&view=article>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos PNLD 2015, ensino médio: biologia**. Brasília: MEC/SEB, 2014. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-2015>>. Acesso em: 15 out. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: saúde**. Brasília: MEC/SEF. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/saude.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CASSIMIRO, Érica Silva; GALDINO, Francisco Flávio Sales; SÁ, Geraldo Mateus de. As concepções de corpo construídas ao longo da história ocidental: da Grécia Antiga à contemporaneidade. **Metávoia**, São João del-Rei/MG, n. 14, p. 61-79, 2012. Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistalable/4_GERALDO_CONFERIDO.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

CUNHA, Mariana de Carvalho Capistrano; JUSTI, Rosária da Silva. Analogias sobre nutrição e digestão elaboradas por crianças do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007. Bauru, SP. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p8.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; ERN, Edel. A analogia “coração bomba” no contexto da disseminação do conhecimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru, SP. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL002.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

DIAS, Cláudia Augusto. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, v. 10, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/index.php/ies/article/view/330/252>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

DUARTE, Maria da Conceição. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. In: ENCUESTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGACIÓN BÁSICA EM EDUCACIÓN EN CIENCIAS, 2, 2004, Burgos. **Actas... Burgos**: Universidad de Burgos, 2005. p. 55-77.

DUIT, Reinders. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, Nov. 1991.

DUSO, Leandro. O uso de modelos no ensino de biologia. In: ENCONTRO DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 16, 2012, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: UNICAMP, 2012. Disponível em: <http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acer vo/docs/1243p.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

FERRAZ, Daniela Frigo; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 1-15, 2002.

FERRAZ, Daniela Frigo; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/05.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

FERRY, Alexandre da Silva. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de Química**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FERRY, Alexandre da Silva; NAGEM, Ronaldo Luiz. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 7-21, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID50/v3_n1_a2008.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Ferry, Alexandre da Silva; Paula, Helder de Figueiredo. Mapeamento estrutural de analogias e outras comparações em uma sala de aula de Química. **Ciências e Educação (Bauru)**, v. 23, n.1, p. 29-50, 2017. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170010003>. Acesso em: 20 abril. 2017.

FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FONSECA, Eliane G. Silva. Meca: uma estratégia de ensino e de aprendizagem baseada no uso de modelos, analogias e metáforas na construção de saberes significativos. **Revista Libertas**, Belo Horizonte, p. 04 - 138, 09 ago. 2011.

GENTNER, Dedre. Structure-mapping: a theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 155-170, 1983. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/38bf/b182de181738eb50e142e215c67f4cbb4fe3.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

GENTNER, Dedre; MARKMAN, Arthur B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 45-56, Jan. 1997. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2d97/50a8f0997d8aff4b83b332297edc1c9fc0c9.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLYNN, Shawn M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, Shawn M.; YEANY, Russell H.; BRITTON, Bruce K. **The psychology of learning science**. Hillsdale: Erlbaum, 1991. p. 219-240.

GOMES, Maria Elasir S.; BARBOSA, Eduardo F. **A técnica educativa de grupos focais para obtenção de dados qualitativos**. Educativa, 1999. Disponível em: <http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B9FEA090E-98E9-49D2-A638-6D3922787D19%7D_Tecnica%20de%20Grupos%20Focais%20pdf.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993. Disponível em: <<http://tccl.rit.albany.edu/knilt/images/a/a1/File.Harrison.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo. **Analogias e metáforas no ensino de Biologia: um panorama da produção acadêmica brasileira**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2012. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96447/304609.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 maio 2016.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo; SCHEID, Neusa Maria John. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2007. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/118/168>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

HÖFLING, E. de M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 70, p. 159-170, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v21n70/a09v2170.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2016.

KALAMAR, Lucy; MACHADO, Camila Juraszeck. Levantamento e classificação das analogias presentes em livros didáticos de Biologia do ensino médio, com enfoque no tema Genética. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 30-49, dez. 2014. Disponível em: <<http://ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/208/204>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

KAWAMOTO, Elisa Mári; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino do corpo humano em anos iniciais do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 147-158, jan./mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n1/a09v20n1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

KNECHTEL, Carla Milene; BRANCALHÃO, Rose Meire Costa. **Estratégias lúdicas no ensino de ciências**. Cascável: Secretaria de Estado da Educação, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Ciencias/Artigos/estrategias_ludicas.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

LACERDA, Andreson Lopes; DA SILVA, Tatiana. Possibilidades pedagógicas na perspectiva de uma educação online. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 157-179, 2014.

MACHADO, Estefânia Ferreira Costa; BARRETO, André Valente de Barros. O corpo na escola: uma análise a partir do livro didático de biologia. **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 6, p. 77-86, 2015. Disponível em: <http://www.ifg.edu.br/jatai/semlic/seer/index.php/anais/article/view/413/pdf_125>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MAPAS do corpo: livro do psicólogo André Trindade aborda a educação postural de crianças e adolescentes. **Jornal Web Digital**, nov. 2016. Disponível em: <<http://jornalwebdigital.blogspot.com.br/2016/11/mapas-do-corpo-livro-do-psicologo-andre.html>>. Acesso em: 10 de jan. 2017.

MARCELOS, M.; FERRY, A. S. A metodologia de ensino com analogias (MECA) aplicada ao ensino de evolução: a árvore da vida de Charles Darwin. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, n. extra, p. 2114-2119, 2013. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/307745/397721>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MARCELOS, Maria de Fátima. **Analogias e metáforas da árvore da vida, de Charles Darwin, na prática escolar**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Ensino de ciências: desafios à formação de professores. **Revista Educação em Questão**, v. 23, n. 9, p. 53-65, maio/ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/8342/5998>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MENDES, Maria Isabel Brandão de Souza; NÓBREGA, Terezinha Petrucuada. Corpo, natureza e cultura: contribuições para a educação. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 125-137, set./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n27/n27a08.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MORA, José Ferrater. **Dicionário de filosofia**. Lisboa: Dom Quixote, 1978. Disponível em: <<http://www.portalconservador.com/livros/Jose-Ferrater-Mora-Dicionario-de-Filosofia.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2017.

MORAES, Viviane Rodrigues Alves de; GUIZZETTI, Renata Araújo. Percepções de alunos do terceiro ano do ensino médio sobre o corpo humano. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 1, p. 253-270, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n1/1516-7313-ciedu-22-01-0253.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MOREIRA, Leandro Marcio. O uso do corpo como ferramenta pedagógica: um modelo alternativo que desconsidera a ausência de recursos específicos para o ensino de bioquímica e biologia molecular no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 5, n. 1, p. 31-44, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/biologia_artigos/19ferramenta_pedagogica.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MOZZER, Nilmara Braga; JUSTI, Rosária. “Nem tudo que reluz é ouro”: uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

NAGEM, Ronaldo Luiz *et al.* Analogias e metáforas no cotidiano do professor. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 26, 2003, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2003. p. 5-8.

NAGEM, Ronaldo Luiz *et al.* Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37414109>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

NOGUEIRA, Roberto. **Elaboração e análise de questionários**: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2002. Disponível em: <<http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/350.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

NOVAES, Ivan Luiz; CARNEIRO, Breno Pádua Brandão. Enlaces entre subjetividade, percepção e produção de sentido na gestão escolar. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 21, n. 38, p. 95-104, jul./dez. 2012. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/508/423>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

O QUE HÁ na Barriga de uma Sinfonia? Pela Orquestra Filarmonia das Beiras no Teatro Aveirense, 17 novembro. **Gazeta dos Artistas**, 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadosartistas.pt/?p=28719>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

OLIVA, J. M. *et al.* Cambiando las concepciones e creencias del profesora do de ciências en torno al uso de analogías. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2003. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/428Oliva.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

OLIVEIRA, Domingos Bacelar de. **As analogias no tópico dinâmica interna da Terra: um estudo com manuais escolares do ensino básico e secundário**. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade do Minho, Instituto de Educação, Braga, Portugal, 2013.

OLIVEIRA, Maria Marly de. Instrumentos de pesquisa. In: OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

PÁDUA, I. **A utilização de analogias e metáforas no discurso docente: um estudo exploratório sobre os recursos didático-mediadores utilizados em curso técnico do CEFET-MG**. Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2002.

PAIS, Luiz Carlos. Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da geometria. In: REUNIÃO DO GRUPO DE TRABALHO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ANPED, 23, 2000, Caxambu, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2000. Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/analise_significado.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PEDERIVA, Patrícia Lima Martins. **O corpo no processo de ensino e aprendizagem de instrumentos musicais: percepção de professores**. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/816/1/Patricia%20Pederiva.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PELLIZARI, Adriana *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <<https://xa.yimg.com/kq/groups/23516955/1741388101/name/aprendizagem+significativa+1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PIVELLI, Sandra Regina Pardini. **Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PORTELA, Érica Dinorá *et al.* Análise de uma atividade didática de Ciências sobre o corpo humano à luz da teoria do mapeamento estrutural das analogias. In: CONFERENCIA DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN EM EDUCACIÓN EM CIENCIAS, 2015, Ibagué, Colômbia. **Anais...** Ibagué, Colômbia: LASERA, 2015.

PORTELA, Érica Dinorá *et al.* Análise de uma atividade didática de Ciências sobre o corpo humano à luz da teoria do mapeamento estrutural das analogias. **Latin American Journal Science Education**, no prelo.

RABELLO, Sylvia Helena dos Santos. A criança, seu corpo, suas ideias. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 3, n. 1, 15-29, jan./dez. 1994. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/7792/4915>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

RIGOLON, Rafael Gustavo; OBARA, Ana Tiyomi. O conceito de analogias por licenciandos de biologia. **Teoria e Prática da Educação**, v. 13, n. 3, p. 19-31, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/15556/8426>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

RODRIGUES, Léo Peixoto. Analogias, modelos e metáforas na produção do conhecimento em Ciências Sociais. **Pensamento Plural**, Pelotas, n. 1, p. 11-28, jul./dez. 2014.

ROSSASI, Lucilei Bodaneze; POLINARSKI, Celso Aparecido. **Reflexões sobre metodologias para o ensino de biologia**: uma perspectiva a partir da prática docente. Curitiba: Secretaria da Educação do Paraná, 2007. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/491-4.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

SANTOS, Kássia Arrais; CICILLINI, Graça Aparecida. Concepções de professoras sobre o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 43-67, jul. 2002/2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/7900/5005>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SANTOS, Saulo César Seiffert; TERÁN, Augusto Fachín; SILVA-FORSBERG, Maria Clara. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 591-603, 2016.

SILVA, Letícia Cristina; ROCHA, Isabella Di Velasco Andrade Lima da; CICILLINI, Graça Aparecida. **A importância do ensino do corpo humano na educação infantil e séries iniciais**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. Disponível em: <<https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/seg/cd2008/PDF/SA08-20438.PDF>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SOARES, Franciele Carla; FERRAZ, Daniela Frigo; JUSTINA, Lourdes Aparecida della. O uso de analogias no ensino de Biologia: construção e implementação de estratégia didática seguindo o modelo TWA (teaching with analogies). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, Supl. 1, p. 37-38, 2008.

TRAD, Leny Alves Bomfim. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 777-796, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/3811/1/55555.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

TRINDADE, André. **Mapas do corpo**: educação postural de crianças e adolescentes. São Paulo: Summus Editorial, 2016.

TRIVELATO, Silva Luiza Frateschi. Que corpo/ser humano habita nossas escolas. In: MARANDINO, M. et al. **Ensino de biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Ed UFF, 2005. p. 121-130.

ZAMBON, Luciana Bagolin; PICCINI, Ingrid Pereira; TERRAZZAN, Eduardo A. Comparando a utilização de analogias em livros didáticos para a educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis, SC. **Anais...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viipec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1541.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FEIRA DE CIÊNCIAS

Lat. Am. J. Sci. Educ. 2 (2015) XX-XX



Latin American Journal of Science Education

Journal homepage: www.lajse.org

Análise de uma atividade didática de Biologia sobre o Corpo Humano à luz da Teoria do Mapeamento Estrutural das Analogias

PORTELA, Érica Dinorá; SADDI-ORTEGA, Leila; MURTA, Gláucia de Sousa; FERRY, Alexandre da Silva
 *Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Av. Amazonas 5253 - Nova Suíça - Belo Horizonte - MG - Brasil, CEP 30.421-169

ARTICLE INFO

Received: XX Mes 2015

Accepted: XX Mes 2015

Available on-line: XX Mes 2015

Keywords: Corpo Humano; Ensino de Ciências; Analogia

E-mail addresses:

ericadinora@yahoo.com.br

leilasaddiortega@gmail.com;

alexandreferry001@gmail.com;

glauciasmurta@gmail.com

ABSTRACT

Este trabalho tem por objetivo analisar as possibilidades e limitações de uma atividade desenvolvida para o ensino de Biologia baseada em uma analogia: “O corpo humano é uma orquestra musical”. Essa análise foi conduzida à luz da Teoria do Mapeamento Estrutural por Dedre Gentner, a fim de contribuir para a compreensão do uso de analogias em Ciências. Em nossa revisão bibliográfica encontramos estudos dedicados à análise da mediação no ensino de Biologia, porém, poucos foram conduzidos com base nessa teoria. As analogias em salas de aula de Ciências tem se mostrado uma estratégia de ensino baseada no compartilhamento de significados, sobretudo, quando os conceitos científicos são complexos e abstratos. A fim de cumprir com os nossos propósitos, tomamos como base uma atividade de ensino que foi estruturada a partir daquela comparação. Fizemos um mapeamento estrutural dessa analogia a partir do nosso referencial teórico, que nos permitiu analisar as possibilidades e limitações dessa atividade de ensino. Esse mapeamento indicou que a proposta se configura como uma ferramenta promissora e consistente, tendo em vista o relacionamento identificado na comparação analisada. Também nos permitiu perceber o enriquecimento a ser explorado nessa analogia por um professor em uma sala de aula, evidenciando a sofisticação da comparação que estruturou a atividade.

ISSN XXX-XXX

© 2013 Institute of Science Education.

All rights reserved

I. INTRODUÇÃO

As analogias são utilizadas desde que o homem foi adotado de um intelecto, visto sua importância como um efetivo instrumento na linguagem e comunicação entre pessoas. Ao longo da história as analogias vêm contribuindo cada vez mais em diversas áreas, sobretudo na área de Educação e Ensino, pois, segundo NAGEM (2001), representa uma alternativa interessante a professores envolvidos no dia-a-dia da sala de aula, de utilizarem novas abordagens para o trabalho de conteúdos em sala de aula.

Em especial, na área de Ensino de Ciências, um grande obstáculo observado por educadores é a peculiaridade da linguagem das ciências, com a predominância de inúmeros termos próprios de difícil compreensão, além de um estilo lingüístico impessoal que, em um contexto educacional, não favorece a função interpretativa/explicativa da linguagem (Mortimer, 2000). Este autor afirma ainda que, o uso de linguagem metafórica e analógica, com a utilização de linguagem menos rígida e impessoal, facilita o processo de ensino-aprendizagem.

Educadores na área das Ciências têm sido historicamente expostos a uma série de desafios, os quais incluem acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas, constantemente manipuladas e inseridas no cotidiano, e tornar os avanços e teorias científicas disponíveis à compreensão dos alunos do ensino fundamental e médio, disponibilizando-os de forma acessível. Em especial, o tema “Corpo Humano” em seus diferentes contextos, como anatomia, fisiologia, doenças e prevenções, é considerado um tema de difícil entendimento no Ensino de Ciências devido à dificuldade de compreensão conceitual, por parte dos alunos, visto a presença inúmeros termos específicos da área e frequente usam de linguagem impessoal. De forma geral, no Brasil, este tema vem sendo incluído nos três segmentos escolares – Ensino Fundamental I, II e Médio, respeitando, a cada segmento, seu respectivo aprofundamento.

Em parte, as dificuldades observadas neste processo de ensino-aprendizagem podem ser atribuídas a alguns fatores, como a escassez de atividades experimentais pelos alunos, embora a grande maioria de professores ou elaboradores de currículo acreditem que os cursos de ciências deveriam conter uma quantidade significativa de trabalhos experimentais (Hodson, 1988). Instrumentos alternativos para o ensino de ciências em sala de aula, como atividades didáticas realmente significativas, com saltos cognitivos e progressivos, como o uso de analogias para o ensino, permitem ilustrar e complementar os conceitos abordados pelo professor, através da sua competência científica e a habilidade didática.

Estudos sobre o emprego de Analogias e Metáforas no Ensino, no Brasil e no mundo

Nas últimas décadas o crescimento do interesse de pesquisadores em Educação em Ciências pelo papel e uso de analogias no ensino de conceitos científicos têm sido considerável, tanto no âmbito nacional quanto internacional (Gentner, 1983; Glynn et al., 1991; Harrison & Treagust, 1994; Venville & Treagust, 1996; Wilbers & Duit, 2001; Nagem et al., 2001; Mozzner & Justi, 2013; Marcelos & Ferry, 2013).

Em especial interesse a este trabalho, ressaltamos a importância da Metodologia de Ensino de Ciências por Analogias (MECA) descrita por NAGEM et al. (2001). Esta metodologia tem como objetivo viabilizar o estabelecimento, pelo professor, de conexões entre analogias e mudanças conceituais, com vistas à busca de uma concepção epistemológica e à definição de ações de natureza didática e auxiliar o professor e o aluno no processo de construção da aprendizagem interativa, objetivando a apropriação de conteúdos e conceitos significativos.

Entre os trabalhos de abrangência internacional de maior relevância, seja no campo da Psicologia Cognitiva ou no da Educação em Ciências, são os da Dedre Gentner e seus colaboradores (...). Esses trabalhos têm como referencial teórico a Teoria do Mapeamento Estrutural (*Structure-mapping theory*) das analogias, publicado no início da década de 1980 (Gentner, 1983). A revisão feita por DUARTE (2005) destaca a publicação de um número temático da revista *Journal of Research on Science Teaching*, publicado em 1993, com o título *Special Issue: The Role of Analogy in Science and Science Teaching*. Duarte afirma que os trabalhos publicados neste número temático orientam-se para enfoques diversos sobre a utilização das analogias e podem ser agrupados em quatro diferentes linhas de investigação: (1^a) utilização e exploração didática de analogias; (2^a) características das analogias em manuais escolares; (3^a) presença das analogias na prática dos professores de Ciências; (4^a) concepções de professores sobre o papel das analogias no processo de ensino-aprendizagem.

Dentre essas quatro linhas de investigação, este trabalho se orienta para o terceiro enfoque, isto é, o da utilização presente das analogias na prática dos professores de Ciências. Nesse contexto, pretendemos a partir da Metodologia de Ensino com Analogias – MECA (Nagem et al., 2001) e da Teoria do Mapeamento Estrutural de Gentner (Gentner, 1983; Gentner & Markman, 1997) discutir implicações de uma proposta de atividade mediada por analogia, para o ensino do corpo humano para alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II.

Pesquisas sobre o ensino do Corpo Humano utilizando modelos, analogias e metáforas

A utilização de modelos, analogias e metáforas vem sendo descritas para o ensino escolar das temáticas relacionadas ao Corpo Humano, por muitos autores, indicando a sua importância como instrumento mediador bastante efetivo no ensino de ciências, uma vez que aproxima os domínios familiares e alvo, e facilita a aprendizagem de conteúdos complexos e abstratos, muitas vezes de forma lúdica. Contudo, deve-se tomar o cuidado na utilização destes recursos didáticos, no sentido de selecionar comparações bem estruturadas entre os dois domínios e contextualizadas cultural e historicamente para os discentes. A partir da revisão bibliográfica realizada para este artigo, destacamos alguns trabalhos que contribuíram para o ensino de ciências, a partir da utilização de analogias (Ferraz e Terrazan, 2001; Delizoicov et al. 2004; Moreira 2007; Cunha e Justin, 2007; Fornaziero, 2010).

FERRAZ e TERRAZAN (2001) realizaram a investigação do uso de analogias e/ou metáforas por professores do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, como recursos didáticos em sua prática pedagógica. Os autores consideraram que as analogias e as metáforas são ferramentas de uso frequente no processo de construção das noções científicas e que elas estabelecem relações entre sistemas distintos, isto é, um sistema conceitual científico e um sistema conceitual mais familiar. A pesquisa se inseriu na perspectiva do uso da linguagem metafórica e analógica no ensino de ciências. Os pesquisadores perceberam que cinco das seis professoras assistidas usaram frequentemente recursos de analogias para explicar a temática, configuradas por analogias verbais e analogias pictórico-verbal e, para análise destas analogias, estabeleceram três categorias: (i) as analogias devem incluir correspondências pertinentes entre as relações analógicas, fornecendo também as limitações para a relação, o que pode promover um poder adicional para a analogia; (ii) O entendimento do alvo requer uma visão heurística das analogias e demanda a construção de uma analogia dentro do contexto específico em que está sendo utilizado e (iii) nas analogias duplas, triplas ou múltiplas (apresentam um alvo e dois, três ou mais análogos diferentes para explicar o alvo) são mais recomendadas por promover a solução de limitações que um único análogo pode suscitar.

De acordo com DELIZOICOV et al. (2004) vários autores como Duit (1991), Sutton (1996) e outros, destacam o uso das analogias no processo de ensino e aprendizagem, como de caráter facilitador, mas com dificuldades que precisam ser enfrentadas e, neste aspecto, revelam o emprego de analogias imiscuídas no conteúdo de Biologia, em manuais e livros didáticos, total ou parcialmente descontextualiza das historicamente. Os autores fizeram uma análise em livros didáticos do ensino fundamental e médio e em manuais utilizados na formação de professores e observaram a ausência de referências históricas que permitissem contextualizar a analogia “coração-bomba”.

Novas metodologias de abordagem de biologia, com o uso de modelos e analogias, foram desenvolvidas por MOREIRA (2007) que permitiram introduzir conceitos biomoleculares associados à função da hemoglobina na oxigenação dos tecidos. Estes autores também criaram ferramentas lúdico-

pedagógicas de baixo custo de produção como uma alternativa para ensinar os processos de divisão celular mitótica e fisiologia do sistema respiratório para alunos do ensino fundamental II. Os resultados mostraram dados positivos no processo de ensino/aprendizagem, em especial, observaram que os alunos conseguiram compreender o verdadeiro significado do conceito de respiração, quebrando o conhecimento quase unânime em associar respiração à ventilação pulmonar. Eles argumentam o potencial que o lúdico proporciona ao processo ensino e aprendizagem de ciências, quando se trata de assuntos abstratos para os alunos.

O trabalho realizado por CUNHA e JUSTI (2007) foi investigar a maneira pela qual as crianças estabelecem analogias, quando abordadas sobre o tema nutrição e digestão, por meio de entrevistas individuais realizadas pelo método clínico. O método clínico foi desenvolvido para prevenir e tratar as deficiências e anomalias mentais de indivíduos, dentre eles crianças com dificuldades escolares normais. A essência do método consiste na intervenção constante do experimentador em resposta à atuação do sujeito, com a finalidade de descobrir os caminhos que segue o seu pensamento, dos quais o sujeito não tem consciência e que, portanto, não pode tornar explícitos de maneira voluntária. A entrevista iniciou-se com a indagação da pesquisadora sobre o caminho feito pelos alimentos dentro do corpo humano. As crianças também foram solicitadas a tentar expressar através de desenhos aquilo que estavam falando. Os resultados revelaram que as crianças entrevistadas possuem modelos mentais bastante semelhantes sobre digestão e nutrição, sendo suas idéias fundadas em conhecimentos adquiridos com a experiência e a partir da educação recebida por seus pais ou pela mídia. Contudo, nenhuma das crianças revelou apresentar a noção sobre transformação química dos alimentos. As autoras refletiram sobre a capacidade das crianças de estabelecerem analogias, predominantemente de natureza estruturais, muitas vezes elaboradas de maneira espontânea.

FORNAZIERO et al. (2010) descrevem um projeto de extensão Universitária, realizado na Universidade Estadual de Londrina, como alternativa ao ensino de Anatomia Humana, no qual ocorre uma integração das relações entre corpo humano e meio ambiente. Os pesquisadores deste trabalho desenvolveram atividades interdisciplinares de pesquisa-ação com o emprego de diferentes métodos de ensino-aprendizagem dialogados com alunos do Ensino Fundamental de uma escola pública. Os resultados obtidos foram positivos no sentido de aliar e comparar o conhecimento de uma ciência básica como a Anatomia ao conhecimento ambiental, num modelo de processo ensino-aprendizagem diferenciado.

Dessa maneira, os autores mencionados nos artigos evidenciaram o uso das analogias como uma ferramenta didática valiosa, favorecendo a aprendizagem dos alunos. Mas abordam algumas limitações, tais como falta de conhecimento e de preparação do professor mediador e o uso descontextualizado historicamente da analogia em questão. Dentre os artigos analisados, somente Cunha e Justi (2007) relataram a teoria do mapeamento estrutural proposto por Gentner, contudo as autoras não realizaram o mapeamento estrutural para indagar se realmente sua pesquisa teve como resultado um analogia ou se teria sido similaridade literal ou comparação por mera aparência. Neste trabalho, a Teoria do Mapeamento Estrutural proposta por Dedre Gentner foi empregada para analisar as possibilidades e limitações de uma atividade didática desenvolvida para o ensino de Biologia baseada em uma analogia: “O corpo humano é como uma orquestra musical”, a fim de perceber o nível de enriquecimento a ser explorado nessa analogia por um professor em uma sala de aula de Ciências.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Em nosso grupo de pesquisa AMTEC (Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Educação e na Ciência) temos adotado a Teoria do Mapeamento Estrutural de GENTNER (1983). De acordo com essa teoria, entendemos que uma analogia consiste em um tipo de comparação que envolve um *mapeamento de similaridades entre relações* existentes entre objetos ou atributos desses objetos pertencentes a cada um dos dois domínios comparados – um domínio desconhecido, alvo da compreensão, e um domínio conhecido (base), familiar ao interlocutor da comunicação.

A partir dessa teoria, nós entendemos que toda comparação estabelece correspondências entre dois domínios de conhecimento: o domínio base ou familiar, que serve de fonte de conhecimentos, e o domínio alvo cuja compreensão constitui o motivo da comparação. GENTNER (1983) distingue as analogias de outros dois tipos de comparação chamadas *similaridades de mera*

aparência e similaridades literais. A distinção leva em consideração o tipo de correspondências estabelecidas entre os domínios base e alvo. Nas similaridades de mera aparência, há correspondências apenas entre atributos dos objetos que pertencem a cada domínio (tais como a forma, a cor, o tamanho). Nas similaridades literais, os atributos dos objetos que pertencem ao domínio fonte ainda devem corresponder a atributos de objetos que pertencem ao domínio alvo. Contudo, também deve haver correspondências entre relações existentes entre os objetos do domínio base e as relações existentes entre os objetos do domínio alvo (tais como relações de hierarquia, oposição e proporcionalidade). No caso das analogias, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações (Mozzer & Justi, 2013).

Teoria do Mapeamento Estrutural

Como já foi dito, a Teoria do Mapeamento Estrutural foi inicialmente proposta em 1983. Ela nasceu no campo da Psicologia Cognitiva. Recentemente, essa teoria tem apresentado desdobramentos no campo da Educação em Ciências. No Brasil, há trabalhos que também a têm adotado como um referencial teórico, como o de MOZZER e JUSTI (2013).

Em um trabalho posterior a essa publicação, GENTNER e MARKMAN (1997) apresentam de forma mais sistemática as diferenças entre as comparações analógicas e as comparações por similaridade literal. Nesse contexto, os autores fazem considerações mais pontuais a respeito da teoria do mapeamento estrutural das comparações. Segundo os autores, para “capturar” o processo da analogia, é necessário fazer suposições não somente a respeito dos processos de comparação, mas também sobre a natureza das representações cognitivas conceituais e sobre como essas representações e processos interagem. A partir dessa consideração, os autores afirmam que, portanto, “é necessário que tenhamos um sistema representacional que seja suficientemente explícito sobre a estrutural relacional para expressar as dependências causais que se correspondem nos domínios” (p. 47).

Tabela I: Padrão de representação sugerido pela Teoria do Mapeamento Estrutural e suas correspondências entre os domínios

Expressões de Correspondências entre Domínios
1. $A(b_i) \rightarrow [A(t_i)]$
2. $R(b_i, b_j) \rightarrow [R(t_i, t_j)]$
3. $R'(R_1(b_i, b_j), R_2(b_k, b_l)) \rightarrow [R'(R_1(t_i, t_j), R_2(t_k, t_l))]$

Fonte: GENTNER (1983).

No seu texto inicial, GENTNER (1983) apresenta a estrutura do mapeamento das correspondências entre os domínios com o seguinte padrão de representação, apresentado na Tabela I. A expressão 1 representa uma correspondência entre atributos, isto é, entre um atributo (A) de algum elemento ou objeto do domínio base (b_i) para um atributo de algum elemento ou objeto do domínio alvo (*target* – t_i) (Tabela I). A expressão 2, semelhantemente, representa uma correspondência entre relações de primeira ordem. Nessa segunda expressão, haveria uma correspondência entre uma relação entre os objetos b_i e b_j , pertencentes ao domínio base, e uma relação entre os objetos t_i e t_j do domínio alvo. Por se tratar de uma relação entre objetos, ou até mesmo entre atributos desses objetos, esse tipo de combinação é entendido como uma correspondência entre relações de primeira ordem. Já a expressão 3 representa outro tipo de correspondência. Dizemos que R' representa uma relação entre

relações, isto é, uma relação entre as relações estruturais R_1 e R_2 . Portanto, de acordo com a teoria, R' de cada domínio é entendida como uma relação de ordem superior.

Além desses aspectos fundamentais da teoria, GENTNER e MARKMAN (1997) descrevem ainda três restrições psicológicas no alinhamento estrutural de uma analogia:

3) *Consistência estrutural*: uma analogia deve ser estruturalmente consistente, ou seja, deve haver uma conectividade em paralelo e uma correspondência “um a um”. Essa conectividade em paralelo requer que as relações correspondentes possuam argumentos correspondentes, e a correspondência um a um limita qualquer elemento em um domínio a no máximo um elemento correspondente no outro domínio.

4) *Foco relacional*: uma analogia deve envolver relações comuns, mas não precisa envolver descrições de objetos em comum; isto é, o foco de uma analogia deve estar nas relações, e não nos atributos dos objetos de cada domínio comparado.

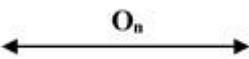
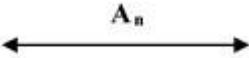
5) *Sistematicidade*: o “princípio da sistematicidade” de uma analogia diz respeito a uma “preferência tácita por coerência e poder preditivo causal no processamento analógico” (Gentner & Markman, 1997, p. 47). Segundo os autores, as pessoas preferem mapear sistemas de relações conectados e governados por relações de ordem superior (relações entre relações), com importação inferencial, ao invés de mapear predicados (atributos ou relações de primeira ordem) isolados. Ainda segundo os autores, “um conjunto combinado (*a matching set*) de relações interconectadas por relações restritivas de ordem superior perfaz uma combinação analógica melhor do que um igual número de relações desconectadas entre si” (p. 47).

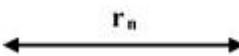
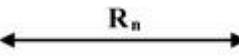
Representação do Mapeamento Estrutural adotado para as análises neste trabalho

Tendo em vista essas considerações teóricas e a representação inicialmente proposta por GENTNER (1983) para as correspondências entre os domínios comparados, optamos por um padrão representacional mais simples e mais explícito das entidades (objetos, atributos ou relações) em correspondência. Propusemo-nos a mapear estruturalmente os objetos, os atributos dos objetos e as relações entre esses atributos (ou entre os próprios objetos) por meio de um esquema explicitamente codificado. Nesse esquema, decidimos representar as correspondências entre os objetos de cada domínio por setas bidirecionais acompanhadas pela letra “O” (maiúscula), identificada por um número de ordem. As correspondências entre os atributos desses objetos também foram representadas por setas bidirecionais, acompanhadas, porém, pela letra “A”, com um número de ordem e endereçada ao objeto diretamente relacionado. Esse padrão representacional decorre da seguinte afirmação dos autores: “necessitamos de um esquema representacional capaz de expressar não somente objetos, mas também as relações e ligações que existem entre eles, como relações causais” (Gentner e Markman, 1997, p. 46).

As relações foram representadas pelo mesmo sinal gráfico, acompanhadas pela letra “r” (minúscula) ou “R” (maiúscula). A letra minúscula representa uma relação de primeira ordem, enquanto a maiúscula representa uma relação de ordem superior. A tabela II apresenta o padrão de representação do mapeamento estrutural elaborado para a análise da atividade didática proposta neste artigo.

TABELA II– Padrão de representação das correspondências estruturais no mapeamento das similaridades envolvidas numa comparação.

DOMÍNIO BASE	REPRESENTAÇÃO DAS CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Objeto análogo		Objeto alvo
Um dos elementos que compõem o DB	<i>Correspondências entre objetos serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra O</i>	Um dos elementos que compõem o DA
Atributos do objeto		Atributos do objeto
Predicados de um objeto	<i>Correspondências entre atributos serão representadas por uma</i>	Predicados de um objeto do

do DB baseados em uma única característica	<i>seta bidirecional acompanhada da letra A</i>	DA baseados em uma única característica
Relações de 1ª ordem		Relações de 1ª ordem
Relações entre dois ou mais objetos do DB ou entre suas características	<i>Correspondências entre relações de menor complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra r</i>	Relações entre dois ou mais objetos do DA ou entre suas características
Relações de ordem superior		Relações de ordem superior
Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DB	<i>Correspondências entre relações de maior complexidade serão representadas por uma seta bidirecional acompanhada da letra R</i>	Relações estabelecidas entre relações previamente postuladas entre elementos do DA

Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

A tabela II apresenta os símbolos gráficos que nós criamos para representar as correspondências entre os domínios base (DB) e alvo (DA). Essas correspondências podem incidir sobre objetos, atributos dos objetos ou relações estabelecidas em cada domínio. Qualquer correspondência que privilegie uma diferença será representada por uma seta bidirecional marcada com um “X”, denotando uma limitação para o uso desta analogia (Ferry & Nagem, 2008).

III. METODOLOGIA

A seguir estão apresentados os critérios adotados para a seleção do tema “Analogia do Corpo Humano”, os critérios para a seleção da atividade didático-pedagógica e para a sequência metodológica da análise. Com relação a este último item, metodologia da análise, o padrão de representação, adotado neste trabalho, para o mapeamento estrutural da analogia proposta está apresentado na TABELA II.

i. Critérios para seleção do tema “Analogia do corpo humano”

O tema desta pesquisa “Analogia do Corpo Humano” foi escolhido a partir da verificação da observação e constatação, em sala de aula, pelos autores deste artigo, dos inúmeros obstáculos apresentados pelos alunos, por se tratar de um assunto complexo, abstrato e com informações científicas que se dinamizam na interdependência de estruturas e funções, que gera, muitas vezes, concepções errôneas nas interpretações e falsos conceitos por parte dos alunos. De fato, a abstração necessária para a formação de conceitos sobre microscópicos constitui-se em dificuldade para a concretização do processo de ensino-aprendizagem, que é de fundamental importância para a compreensão do corpo de forma sistêmica.

ii. Critérios para elaboração da Atividade Didático-Pedagógica

O uso de atividades didáticas baseadas em analogias representa uma ferramenta valiosa no ensino e aprendizagem das ciências, especialmente dos conceitos com maior grau de dificuldade, como é o caso do tema escolhido: corpo humano. Diante disso e como participantes de uma disciplina do curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação de Minas Gerais (CEFET/MG), tivemos a oportunidade de apresentar esta proposta de atividade didática, construída por comparações analógicas, com intuito de promover a interação entre conhecimento prévio do interlocutor “Orquestra Musical” e o conhecimento novo “Corpo Humano”, dando significado ao conhecimento científico sobre a organização e funcionamento do corpo humano.

Na prática, quando na utilização de atividades didáticas baseadas por analogias, algumas questões norteadoras devem ser levantadas para discussão junto aos interlocutores, as quais podem ser melhor esclarecidas e enriquecidas com a participação efetiva destes. No caso da proposta pedagógica aqui apresentada, as questões que se levantam para a uma discussão inicial seriam:

- Como é possível que o funcionamento do corpo humano dependa da interligação de sistemas funcionais?
- Quem comanda o funcionamento desse sistema, como de fato isso ocorre e qual a importância de um centro de controle de atividades? Quais as consequências da remoção total ou parcial deste sistema de controle?
- O que aconteceria ao corpo humano se algum órgão ou sistema for removido ou comprometido nas suas funções?

Assim, para explicar o funcionamento do corpo humano e as características que o definem propomos compará-lo a organização e funcionamento de uma orquestra musical. Este domínio familiar (orquestra) contém as especificações de um conjunto de famílias musicais com as descrições de suas características e de seu funcionamento, a interdependência destas e todas sob o comando de um centro geral de controle, que no caso é o papel exercido pelo maestro.

iii. Sequência metodológica para análise

A análise da proposta pedagógica, mediada pela analogia entre orquestra e o corpo humano, foi inicialmente avaliada pela Metodologia de Ensino com Analogias “MECA”, descrita por NAGEM et al. (2001). A partir das propostas desta teoria foi construído um quadro comparativo de semelhanças e de diferenças entre o domínio base (orquestra) e o domínio alvo (corpo humano). Posteriormente, em uma segunda análise, foi realizado o Mapeamento Estrutural proposto por GENTNER (1983). O padrão de representação adotado para o mapeamento estrutural da comparação selecionada para este trabalho foi realizado conforme dados apresentados na TABELA II.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da atividade didática mediada por analogia, utilizando a Metodologia de Ensino com Analogias “MECA”

A fim de cumprir com os nossos propósitos, a atividade de ensino proposta foi avaliada pela metodologia MECA. Os resultados da sistematização de dados comparativos entre os dois domínios, conforme orientações desta metodologia indicaram a presença de nove características semelhantes e também nove distintas. Estas características podem ser observadas no quadro comparativo, que está apresentado na Tabela III. A sistematização da comparação analogia, proposta por esta Metodologia, inclui ainda que professor determine dez itens referentes a abordagem analógica, a saber: Área de conhecimento; Assunto; Público; Veículo; Alvo; Descrição da analogia; Semelhanças e diferenças; Reflexões e Avaliação. Para a analogia proposta neste artigo, a ÁREA DO CONHECIMENTO determinada é “Ciências”; o ASSUNTO refere-se a “Corpo Humano”; PÚBLICO referente a esta atividade são “Estudantes do Ensino Básico Fundamental”, uma vez que este assunto faz parte do conteúdo de biologia destas séries escolares; o VEÍCULO é “Organização e Funcionamento de uma Orquestra Musical” e o ALVO é “Organização e Funcionamento do Corpo Humano”.

É importante destacar que o número de semelhanças e diferenças aqui propostas não se constitui na totalidade de comparações possíveis a serem feitas. Isto quer dizer que através do pensamento do aluno, com a intervenção do professor, é possível que outras semelhanças e diferenças sejam apontadas para esta analogia, o que constitui um exemplo de reflexão, interação e participação de alunos e professores na construção dos análogos, conforme verificado por NAGEM et al., (2001). Com relação às semelhanças, foram observadas identidades entre o veículo e o alvo tanto nos aspectos estruturais e organizacionais, quanto nos aspectos de funcionalidade. A compreensão da analogia está relacionada à condição do aluno não só entender as semelhanças que existem entre o veículo e o alvo, mas também de observar as diferenças, ou limites, conforme conceito de contra-analogia proposto por FERRY & NAGEM (2008).

TABELA III. Levantamento das características comparativas entre domínio base (orquestra) e domínio alvo (corpo humano) de uma atividade pedagógica proposta para o Ensino Escolar do Corpo Humano, através do uso de analogia.

A orquestra é organizada em grupos musicais (sopro, percussão e cordas).	O corpo humano é organizado em grupos de órgãos denominados sistemas.	Se um grupo de músicos for retirado a orquestra continua seu funcionamento de forma diferente	Se um sistema for retirado do corpo humano ele interrompe o seu funcionamento. Exceto no caso da retirada de alguns órgãos específicos como rim, baço, vesícula, outros.
A via de comando do maestro ocorre por meio de gestos.	A via de comando do cérebro ocorre por impulsos elétricos.	Os músicos escutam e interpretam os gestos do maestro gerando diferentes acordes.	Os órgãos e sistemas recebem estímulos nervosos e hormonais gerando diferentes atividades celulares.

Análise da atividade didática mediada por analogia, utilizando a Teoria do Mapeamento Estrutural da Dedre Gentner

Os resultados da análise desta comparação pela teoria do Mapeamento Estrutural (Gentner, 1983) estão apresentados na TABELA IV. Verificou-se a presença de 7 objetos e 8 atributos, sendo que o objeto 3 (O_3) apresentou dois atributos. O mapeamento estrutural indicou, ainda, nove sistemas de relações conectados entre objetos e atributos, sendo seis relações de primeira ordem ($r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6$) e três relações de ordens superiores (R_1, R_2, R_3). GENTNER atribui às analogias um papel cognitivo superior. Para a autora as comparações por similaridade literal ou por mera aparência podem ser atraentes e úteis, localmente, mas possuem um poder explicativo limitado. Em uma analogia não interessa a quantidade de correspondências entre os objetos ou entre os atributos dos objetos presentes nos dois domínios. Ao invés disso, relações estruturais identificadas entre os elementos do domínio base devem corresponder a relações estruturais que são atribuídas aos elementos do domínio alvo. As semelhanças superficiais entre os dois domínios não têm importância. Uma analogia serve para destacar correspondências entre relações (Gentner, 1983). Estes dados são reforçados por MOZZER e JUSTI, 2013, que indicam que, no caso de estudos comparativos considerados “analogias” de fato, as correspondências são estabelecidas, exclusiva ou predominantemente, entre relações.

SEMELHANÇAS		DIFERENÇAS	
Orquestra	Corpo Humano	Orquestra	Corpo Humano
O funcionamento da orquestra depende do maestro e dos outros integrantes.	O funcionamento do corpo humano depende do cérebro e dos órgãos	A orquestra é composta por várias pessoas (músicos) os quais tem vários organismos	O corpo humano é um organismo.
A ausência de algum integrante altera o funcionamento da orquestra.	A ausência de um órgão altera o funcionamento do corpo humano.	O maestro pode ser substituído por outro que exerça a mesma função.	O cérebro não pode ser substituído, pelo menos ainda não existe a possibilidade de transplante de cérebro

			na ciência médica.
O mau funcionamento de um integrante compromete o desempenho da orquestra.	O mau funcionamento de um órgão compromete o corpo humano.	A unidade funcional da orquestra são as pessoas (músicos)	A unidade funcional do corpo humano são as células, que compõem os tecidos e estes os órgãos.
Há momentos na orquestra em que o ritmo fica mais tranquilo e depois mais rápido e agitado.	Há momentos no corpo humano que ele se encontra mais tranquilo, com a pressão sanguínea mais baixa, e há momentos em que o organismo está mais agitado.	O processo de funcionamento ocorre fora do organismo.	O processo de funcionamento ocorre dentro do organismo.
O mestre ou o responsável pelo controle do funcionamento da orquestra é o maestro.	O centro de controle do funcionamento do corpo humano é o cérebro.	Quem comanda a orquestra é o maestro, uma pessoa.	Quem comanda o corpo humano é o cérebro, um órgão.
Cada componente tem seu papel específico.	Cada órgão tem seu papel específico.	O produto gerado na orquestra, pelos músicos, é a música	O produto gerado no corpo humano, pelos órgãos e sistemas, é a energia e atividade vital.
A orquestra não funciona sem o maestro.	O corpo humano não funciona sem o cérebro.	O ciclo de atividade de uma música passa pelo início, meio e fim	O ciclo de vida um corpo humano passa pelo nascimento, crescimento (reprodução ou não) e morte.

A presença de diferenças importantes entre os dois domínios foi verificada tanto pela metodologia MECA quanto pelo mapeamento estrutural da Gentner, indicando a existência de contra-analogias. No caso da contra-analogia observada pelo mapeamento estrutural é representada pela relação de primeira ordem, associada aos objetos um e três: $r_5 (O_1, O_3)$. A diferença observada entre os dois domínios foi “A retirada de uma família de instrumentos modifica a orquestra mas esta continua” e “A retirada de uma sistema mata o corpo humano”. Segundo MOZZER e JUSTI (2013) a importância de apresentar as limitações aos alunos é que estes compreendam os modelos e, portanto, também as analogias, como representações parciais de um domínio alvo, e não como a própria realidade, ideias compartilhadas por FERRY e NAGEM (2008).

TABELA IV. Mapeamento Estrutural da Teoria de Gentner (1983) de uma atividade pedagógica proposta para o Ensino Escolar do Corpo Humano, através do uso de analogia.

DOMÍNIO BASE	CORRESPONDÊNCIAS	DOMÍNIO ALVO
Orquestra	$\longleftrightarrow O_1$	Corpo Humano
Maestro	$\longleftrightarrow O_2$	Cérebro
Família de Instrumentos (cordas, sopro, percussão)	$\longleftrightarrow O_3$	Sistemas Funcionais
Músicos	$\longleftrightarrow O_4$	Órgãos
Instrumentos	$\longleftrightarrow O_5$	Células
Cordas, orifícios (flauta)	$\longleftrightarrow O_6$	Organelas.
Música	$\longleftrightarrow O_7$	Trabalho vital/metabolismo
Funcionamento e organização da orquestra	$\longleftrightarrow A_1 (O_1)$	Funcionamento e organização do corpo humano
Maestro gera comando por gestos	$\longleftrightarrow A_2 (O_2)$	Sistema nervoso gera comando por impulsos elétricos/neuro- hormônios.
Necessidade do maestro para que haja ordem, evolução e harmonia.	$\longleftrightarrow A_3 (O_2)$	Necessidade do cérebro para que haja ordem, evolução e harmonia.
Organização de instrumentos em famílias por semelhanças funcionais	$\longleftrightarrow A_4 (O_3)$	Organização dos sistemas por semelhanças funcionais
Cada músico tem seu papel específico	$\longleftrightarrow A_5 (O_4)$	Cada órgão tem seu papel específico.
Instrumentos como unidade funcional	$\longleftrightarrow A_6 (O_5)$	Célula como unidade funcional
Pelas cordas, orifícios (flauta), teclados ou percussão são gerados sons diferentes	$\longleftrightarrow A_7 (O_6)$	Pelas organelas são gerados trabalhos diferentes
Ciclo de uma musica (início, meio e fim)	$\longleftrightarrow A_8 (O_7)$	Ciclo vital (nasce, cresce e morre).

Músicos exercem ação de gerar música	$r_1 (O_4, O_7)$ ←————→	Órgãos exercem ação de gerar trabalho vital
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música	$R_1 (r_1, O_1, O_2)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital
Instrumentos são componentes que constituem as famílias de instrumentos	$r_2 (O_3, O_5)$ ←————→	Células são componentes que constituem os sistemas funcionais
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música através dos instrumentos	$R_2 (R_1, O_5)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital através das células
A orquestra funciona sob o comando do maestro aos músicos que gerarão música por meio do acionamento das cordas/buracos/teclados dos instrumentos	$R_3 (R_2, O_6)$ ←————→	O corpo humano funciona sob o comando do sistema nervoso aos órgãos que gerarão trabalho vital através das organelas das células
Ausência ou mal desempenho de um músico pode comprometer o funcionamento da orquestra	$r_3 (O_1, O_4)$ ←————→	Ausência ou mal funcionando de um órgão pode comprometer o funcionamento do corpo humano
A retirada de uma família de instrumentos muda o funcionamento da orquestra	$r_4 (O_1, O_3)$ ←————→	A retirada de um sistema muda o funcionamento do corpo humano
A retirada de uma família de instrumentos modifica a orquestra, mas esta continua	$r_5 (O_1, O_3)$ ←————→ X	A retirada de um sistema mata o corpo humano
A orquestra apresenta variação no andamento (velocidade de pulsação) das músicas : ora tranquila, ora rápida.	$r_6 (O_1, O_7)$ ←————→	O corpo humano apresenta variação metabolismo : ora tranquilo, ora rápido.

Fonte: Elaborado pelos autores

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado apresentou a análise de uma proposta de atividade didática com potencial analógico, na qual foram comparados o funcionamento do corpo humano e o de uma orquestra musical. A análise foi baseada na Teoria de Mapeamento Estrutural proposto por Gentner (1983), uma ferramenta ainda pouco utilizada na sistematização de similaridades entre domínios, próprio de metáforas e analogias. Foi possível sistematizar correspondências estruturais entre objetos, atributos e relações entre estes dois domínios, evidenciando correspondências ricas em relações de primeira ordem e de ordens superiores. Desta forma, consideramos o nível de enriquecimento desta atividade analógico bastante sofisticado, característico de analogias, segundo categorização de Gentner. A atividade proposta, uma vez que apresentou predominância de foco relacional, se mostrou uma ferramenta didática valiosa, podendo contribuir para o ensino e aprendizagem do aluno, reforçando as contribuições que o uso de analogias pode promover para o ensino do Corpo Humano em Ciências/Biologia.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC) pelas contribuições oferecidas.

VII. REFERÊNCIAS

Cunha, M.C.C.& Justi, R. S. (2007). Analogias sobre nutrição e digestão elaboradas por crianças do ensino fundamental. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p8.pdf>.

Delizoicov, N. C., Carneiro, M. H. S., Delizoicov, D.(2004). O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 443-460. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/09.pdf>. Acesso em 19 ago 2015.

Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. In: *Investigações em Ensino de Ciências*. 10(1), 7-29. Acessado em 21 janeiro, 2008, de <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.

I.

Ferry, A.S & Nagen, R. L. (2008). Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. *Revista experiências em Ensino de Ciências*. 1(3), 7-21.

Ferraz, D. F.& Terrazzan, E. A. (2001). O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. *Revista da ABRAPEC*. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o92.htm>.

Fornazeiro, C. C., Gordan, P. A., Carvalho, M. A. V., Araujo, J. C., Aquino, J. C.B. (2010). O Ensino da Anatomia: Integração do Corpo Humano e Meio Ambiente. *Revista Brasileira de Educação Médica*. v. 34, n.2, p.290-297. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v34n2/a14v34n2.pdf>.

Gentner, D. (1983). Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science* 7, p. 155-170.

Gentner, D. & MARKMAN, A.B. (1997). Structure Mapping in Analogy and Similarity. *The American Psychological Association*, v. 52, n. 1, p. 45-56.

Glynn, S.M. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model. In: S. M. Glynn, R.H. Yeany and B.K. Britton (eds.). *The Psychology of Learning Science*, p.219-240. Hillsdale/NJ/USA: Lawrence Erlbaum.

Harrison, A.G.& Treagust, D. F. (1993). 'Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics'. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, n.10, p.1291-1307.

Hodson, D. (1998). Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53 - 66. Acessado em 22 setembro, 2015, de <http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>.

Lima, K. E. C.& Vasconcelos, S. D. (2006). Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*. Rio de Janeiro,

v.14, n.52, p. 397-412. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v14n52/a08v145>.

Marcelos, M. F. & Ferry, A.S. (2013). A metodologia de ensino com analogias (MECA) aplicada ao ensino de evolução: a árvore da vida de Charles Darwin. In: *IX Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias*, Girona. Enseñanza de las Ciencias. p. 2014-2019. Barcelona: UAB.

Moreira, L. M. (2007). O uso do corpo como ferramenta pedagógica: um modelo alternativo que desconsidera a ausência de recursos específicos para o ensino de bioquímica e biologia molecular no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*. ISSN: 1677-2318, n.1. Acessado em 19 agosto, 2015, de <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/31/27>.

Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte, UFMG.

Mozzer, N. B. & Justi, R. (2013). A elaboração de analogias como um processo que favorece a expressão de concepções de professores de Química. *Educación Química*, v. 24, p. 163–173.

Nagem, R. L.; Carvalhaes, D. O., Dias, J. A. Y. T. (2001). Uma proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. *Revista Portuguesa de Educação*. 2(14), 197-213. Universidade do Minho.

Venville, G. J. & Treagust, D. F. (1996). The role of analogies in promoting conceptual change in biology. *Instructional Science*, v.24, n.4, p. 295-320, Amsterdam.

Wilbers, J. & DUIT, R. (2001). On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems. In: BEHRENDT, H. et al. *Research in Science Education – Past, Present and Future*, p. 205-210, Dordrecht: Kluwer.

APÊNDICE B- VALIDAÇÃO (MÚSICO) - TESTE PILOTO 1

Todas as afirmativas abaixo se referem a uma pesquisa de opinião em relação a uma comparação entre o funcionamento de uma orquestra musical com o funcionamento do corpo humano. Indique os valores de 4 a 1, considerando suas percepções em relação às correspondências listadas a seguir, de acordo com a seguinte legenda e elabore comentários sobre as semelhanças e diferenças de cada item:

(4) Concordo totalmente.

(3) Concordo parcialmente.

(2) Discordo parcialmente.

(1) Discordo totalmente.

a) O **maestro** comanda uma orquestra assim como o **cérebro** comanda o corpo humano.

④③②①

Comentários: As decisões finais (artísticas) e o bom funcionamento do trabalho dependem majoritariamente, do trabalho dele.

b) Há **necessidade do maestro** para que haja ordem e evolução (Harmonia) da orquestra, assim como há **necessidade do cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (Homeostasia) no funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: Mesmas razões apontadas acima, sem seus parâmetros, durante os ensaios e as performances, a “homeostase” da orquestra seria comprometida.

c) A **orquestra** é formada por **Famílias de Equipamentos** assim como o **corpo humano** é formado por **sistemas funcionais**.

④③②①

Comentários: Os naipes (cordas, sopros, percussão e instrumentos adicionais) tem suas próprias características, que devem ser coordenadas e ajustadas por um “sistema nervoso central”.

d) As **Famílias de Instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais assim como Os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais

④③②①

Comentários: O timbre e as características de execução de cada família, ou naipe, da orquestra podem ser facilmente comparados ao funcionamento dos diferentes sistemas do corpo humano.

- e) **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos assim como **órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação das **células** específicas.

④③②①

Comentários: Mesmo comentário anterior.

- f) **Músicos** treinados geram **som** de qualidade, assim como **células** nutridas geram **trabalho vital** de qualidade.

④③②①

Comentários: Os anos de aperfeiçoamento e a prática diária mantém o (s) músico (s) funcionando com plena saúde, como células, tecidos e órgãos em equilíbrio.

- g) **Maestro** gera comando da **orquestra** por **gestos**, assim como **cérebro** gera comando do **corpo humano** por **impulsos** elétricos/hormonais.

④③②①

Comentários: Quase sempre, a comunicação verbal durante os ensaios também tem seu papel, e importante, por sinal.

- h) A retirada de uma família de instrumentos **altera** o funcionamento da orquestra, assim como a retirada de um sistema funcional **impede** o funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: Obviamente, isso se aplica à performance; durante os ensaios, o trabalho pode e dever ser feito isoladamente por naipes.

- i) A execução de algumas **músicas** por uma **orquestra** alterna momentos de tranquilidade e tormenta, assim como a execução de alguns **metabolismos (trabalhos vitais)** por um **corpo humano** alterna momentos de lentidão e aceleração .

④③②①

Comentários: Sem comentários. Bela analogia.

- j) A **ausência de um instrumento** ou sua **desafinação** gerará mau desempenho da **orquestra**, assim como a **ausência de um órgão** ou sua **deficiência funcional** gerará mau desempenho do **corpo humano**.

④③②①

Comentários: Depende da massa orquestral, o papel do instrumento no contexto, a reação do regente e o grupo após o “incidente de recursos “, pode ser “mal-estar” passageiro.

k) A organização e o funcionamento de uma orquestra musical é comparável à organização e o funcionamento de um corpo humano.

④③②①

Comentários: Sim. Nada mais a declarar.

APÊNDICE C- TESTE PILOTO 2- (PROFESSOR T)

Todas as afirmativas abaixo se referem a uma pesquisa de opinião em relação a uma comparação entre o funcionamento de uma orquestra musical com o funcionamento do corpo humano. Indique os valores de 4 a 1, considerando suas percepções em relação às correspondências listadas a seguir, de acordo com a seguinte legenda e elabore comentários sobre as semelhanças e diferenças de cada item:

(4) Concordo totalmente.

(3) Concordo parcialmente.

(2) Discordo parcialmente.

(1) Discordo totalmente.

A) O **maestro** comanda uma orquestra assim como o **cérebro** comanda o corpo humano.

④③②①

Comentários: 3 – Concordo parcialmente pelo fato de que o cérebro comanda o corpo humano a partir de estímulos recebidos, ele processa esses estímulos (que pode ser variados, aqueles comuns ou novos) e a partir disso coordena o corpo. Já o maestro coordena a orquestra por meio de processos já estabelecidos e codificados com o músico. O que acho que tem em comum nesses dois processos é o fato de haver harmonia e coordenação nos processos, que tanto o Maestro quanto o Cérebro efetuam com maestria.

b) Há **necessidade do maestro** para que haja ordem e evolução (Harmonia) da orquestra, assim como há **necessidade do cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (Homeostasia) no funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: 4 - Concordo totalmente pelo fato que Maestro e Cérebro necessitam de harmonia e homeostasia para o sucesso na execução das “tarefas” que estão comprometidos.

c) A **orquestra** é formada por **Famílias de Equipamentos** assim como o **corpo humano** é formado por **Sistemas Funcionais**

④③②①

Comentários: 4 – Concordo totalmente. Cada equipamento que forma a família ou o órgão que compõe os sistemas no corpo humano são essenciais para o bom funcionamento da tarefa,

pois eles na sua individualidade ajudam a compor o “todo” que é essencial para a harmonia do processo.

d) As **Famílias de Instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais assim como Os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais

④③②①

Comentários: 4 – Concordo totalmente, visto que a partir das similaridades entre os instrumentos e os órgãos é que é possível estabelecer parcerias, cooperação, evolução e harmonia nos processos.

e) **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos assim como **Órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação das **células** específicas.

④③②①

Comentários: 4 – Concordo totalmente, tanto os instrumentos quanto as células são as unidades básicas para o desempenho das tarefas.

f) **Músicos** treinados geram **som** de qualidade, assim como **Células** nutridas geram **trabalho vital** de qualidade.

④③②①

Comentários: 3 – Concordo parcialmente, a musicalidade de qualidade é em grande maioria estabelecida pela experiência do músico, mas eles dependem do instrumento. As células podem receber uma boa nutrição e não gerar um trabalho vital de qualidade. Ambos os processos são complexos e não são equivalentes.

g) **Maestro** gera comando da **orquestra** por **gestos**, assim como **Cérebro** gera comando do **corpo humano** por **impulsos** elétricos/hormonais.

④③②①

Comentários: 1 – Não visualizo equivalência nesses dois processos.

h) A retirada de uma família de instrumentos **altera** o funcionamento da orquestra, assim como a retirada de um sistema funcional **impede** o funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: 4 - Concordo totalmente, considero que tanto a família de instrumentos quanto a harmonia dos sistemas funcionais no corpo humano são de extrema importância para o bom funcionamento das tarefas.

- i) A execução de algumas **músicas** por uma **orquestra** alterna momentos de tranquilidade e tormenta, assim como a execução de alguns **metabolismos (trabalhos vitais)** por um **corpo humano** alterna momentos de lentidão e aceleração .

④③②①

Comentários: 4 - Concordo totalmente, as alternâncias das músicas e metabolismo podem desencadear momentos de relaxamento e estresse.

- j) A **ausência de um instrumento** ou sua **desafinação** gerará mau desempenho da **orquestra**, assim como A **ausência de um órgão** ou sua **deficiência funcional** gerará mau desempenho do **corpo humano**.

④③②①

Comentários: 4 - Concordo totalmente, o desempenho das tarefas está totalmente atrelado à harmonia dos instrumentos/músicos e órgãos/sistemas.

- k) A organização e o funcionamento de uma orquestra musical é comparável à organização e o funcionamento de um corpo humano.

④③②①

Comentários: 3 - Concordo parcialmente, pois eu considero complicado comparar os dois processos de organização e o funcionamento da orquestra com o corpo humano. Ambos são processos complexos e que necessitam de regentes, mas o corpo humano não é regido apenas pelos estímulos ambientais que são coordenados pelo cérebro. Existe uma infinidade de processos que participam no dia a dia da vida desse corpo, muitos nem são sabidamente conhecidos pelo próprio corpo e mesmo assim ele tem que reagir. Não é como numa orquestra que pode parar a música para afinar os instrumentos ou simplesmente trocar os pares, a vida de um corpo é ao vivo e as reações também. Portanto, a organização e funcionamento do corpo estão em uma escala infinita de vezes mais complexa que de uma orquestra.

APÊNDICE D- TESTE PILOTO 3- (PROFESSOR H)

Todas as afirmativas abaixo se referem a uma pesquisa de opinião em relação a uma comparação entre o funcionamento de uma orquestra musical com o funcionamento do corpo humano. Indique os valores de 4 a 1, considerando suas percepções em relação às correspondências listadas a seguir, de acordo com a seguinte legenda e elabore comentários sobre as semelhanças e diferenças de cada item:

- (4) Concordo totalmente.
- (3) Concordo parcialmente.
- (2) Discordo parcialmente.
- (1) Discordo totalmente.

a) O **maestro** coordena uma orquestra assim como o **cérebro** coordena o corpo humano.

④ ③ ② ①

Comentários: Excelente comparação, porém mesmo com toda complexidade musical o maestro ainda é um grão de areia perto do papel desempenhado pelo cérebro no organismo humano.

b) Há **necessidade do maestro** para que haja ordem e evolução (Harmonia) da orquestra, assim como há **necessidade do cérebro** para que haja regulação e equilíbrio (Homeostasia) no funcionamento do corpo humano.

④ ③ ② ①

Comentários: Tanto o maestro quanto o cérebro desempenham papéis fundamentais na coordenação de seus subordinados e em algumas situações conseguem automatizar o processo.

c) A **orquestra** é formada por **famílias de equipamentos**, assim como o **corpo humano** é formado por **sistemas funcionais**.

④ ③ ② ①

Comentários: Exatamente como no corpo humano, a orquestra é separada por “famílias de equipamentos” de acordo com a função, porém no corpo humano encontramos diversos órgãos com mais de uma função e que desempenham mais de um papel no organismo.

- d) As **famílias de instrumentos** são compostas por **instrumentos** agregados por semelhanças funcionais, assim como os **sistemas funcionais** são compostos por **órgãos** agregados por semelhanças funcionais.

④③②①

Comentários: Instrumentos de corda com som agudo são agrupados a fim de desempenhar seu papel com maior eficiência assim como os órgãos dos sistemas funcionais desempenham seus papéis em conjunto.

- e) **Instrumentos** geram **sons** pela atuação dos **músicos** específicos, assim como **órgãos** geram **trabalho vital** pela atuação das **células** específicas.

④③②①

Comentários: Se tivermos bons músicos teremos sons de boa qualidade, proporcionalmente comparando, se tivermos células saudáveis teremos órgãos saudáveis e um organismo saudável.

- f) O **treinamento** auxilia os **músicos** a gerarem **som** de qualidade, assim como a **nutrição** auxilia as **células** a gerarem **trabalho vital** de qualidade.

④③②①

Comentários: Músicos sem treinamento e prática não realizam um bom trabalho e podem não desempenhar bem o seu papel, assim como células sem nutrição adequada podem desempenhar outros papéis e alterar o seu comportamento funcional.

- g) O **Maestro** gera comando da **orquestra** por **gestos**, na apresentação sinfônica, assim como O **Cérebro** gera comando do **corpo humano** por **impulsos** elétricos/hormonais.

④③②①

Comentários: O maestro utiliza a comunicação visual como meio de coordenação de sua orquestra, enquanto o cérebro, em toda a complexidade do organismo humano, utiliza de artifícios químicos e físicos.

- h) A retirada de uma família de instrumentos, na apresentação sinfônica, **altera** a performance da orquestra, assim como a retirada de um sistema funcional **impede** o funcionamento do corpo humano.

④③②①

Comentários: No caso da orquestra, é possível realizar uma performance sem alguma família de instrumentos, mesmo que soe estranho, no caso do organismo humano, não seria possível a continuidade de seu funcionamento caso houvesse a retirada de algum sistema.

- i) A execução de algumas **músicas** por uma **orquestra** alterna momentos de tranquilidade e tormenta, assim como a execução de alguns **metabolismos (trabalhos vitais)** por um **corpo humano** alterna momentos de lentidão e aceleração.

④③②①

Comentários: A interação com o meio interfere em ambos os casos, seja interferindo no meio de forma ativa ou sendo influenciado por ele.

- j) A ausência de um **instrumento** ou sua **desafinação** poderá causar uma má performance na orquestra, sendo, às vezes, um “ incidente de recursos “ rapidamente corrigido, assim como a ausência de um **órgão** ou sua **deficiência funcional** poderá causar mau desempenho do corpo humano, sendo, às vezes, um “mal-estar” rapidamente corrigido.

④③②①

Comentários: Tanto na orquestra quanto no corpo humano, a ausência ou mal funcionamento de um de seus componentes individuais é suprida, muitas vezes, por outros indivíduos com funções semelhantes.

- k) A organização e o funcionamento de uma **orquestra** musical é comparável à organização e o funcionamento de um **corpo humano**.

④③②①

Comentários: Excelente comparação, ambos possuem alta complexidade de funcionamento e grande exemplo de coordenação e interação, onde todos desempenham sua função com propósito comum.

APÊNDICE E –PRÉ-ANÁLISE DAS COMPARAÇÕES ENCONTRADAS NOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

Com relação ao livro A, tendo em vista os aspectos observados, percebemos que as expressões mais citadas foram: *tubo*, páginas 84 e 85 (duas vezes); *fundo cego*, páginas 89 e 96 e caixa torácica, página 92 (duas vezes).

Já no livro B, por todas essas comparações mencionadas, observamos que as expressões mais utilizadas foram:

Tubo (digestório): página 80 (duas vezes) e página 82; *suco* (gástrico página 84 e 87, entérico página 86, gástrico e pancreático página 87; *bolo alimentar*: páginas 82 (cinco vezes) e 83; *parede* (estômago, página 83; esôfago página 83; veias página 112 (três vezes) alvéolos páginas 103,105 e 106,átrio página 111, ventrículo página 111, arteriais página 111, espessas página 112 (três vezes); *caixa torácica*: página 102 (três vezes); *pregas vocais*: página 82 e página 103 (duas vezes); *anéis*: página 103 (duas vezes); *ventilação*: página 106 (duas vezes); *limpeza*: página 117 (três vezes); *memória*: página 119 (duas vezes); *célula-alvo*: página 131 (duas vezes); *feedback*: página 136 (três vezes).

E por último o livro C, tendo um número maior de comparações em relação aos demais. Citaremos as comparações mais abordadas nessa coleção: *Tubo* (digestório páginas 218 (duas vezes), faringe página 226, intestino página 220 traqueia página 226 e cônico página 266); *bolo alimentar* páginas 218 (duas vezes) e 219; *suco* (gástrico, entérico, pancreático ou intestinal) página 220 (duas vezes cada expressão), *anéis* páginas 226 (duas vezes); *ventilação pulmonar*, páginas 226 e 227 (duas vezes); *marca –passo* página 232 (duas vezes); *invasores* páginas 236 (duas vezes), 238 (quatro vezes); *bombeamento* página 232 e 259, *bolsa* (enzima, pequena, cheia, membranosa) nas páginas 222,226, 267,267, respectivamente. *Calibre* páginas 232,233 e 234; *raiz* página 260 (sete vezes); *parede*(esofágica página 218, músculo- membranosa 219, alvéolos 226, faringe página 226, bulbo página 267, túbulo página (242 duas vezes), artérias páginas 232, ventrículo página 232, capilares página 232 e veia páginas 233).

Livro A

Comparação / Analogias	Página	Sistema Funcional
“O sistema digestivo humano é formado por um <i>tubo</i> com regiões [...]”	84	Digestório
“[...] a <i>trituração</i> do alimento em partículas menores e seu transporte	85	

ao longo do <i>tubo</i> digestório”		
“[...] e os movimentos do <i>tubo</i> digestório facilitam a mistura dos alimentos [...]”	85	
“A massa formada pelo alimento mastigado e insalivado é chamada bolo alimentar”	86	
“Os capilares linfáticos têm <i>fundo cego</i> [...]”	89,96	
“[...] começando a ficar com “ <i>água na boca</i> ”, ou seja, há imediato estímulo [...]”	90	
“[...] a <i>ventilação pulmonar</i> é determinada pelos músculos [...]”	92	Respiratório
“A movimentação das costelas promove alterações no volume da <i>caixa torácica</i> ”.	92 (duas vezes)	
“[...] o qual <i>banha</i> essa região do sistema nervoso central”.	94	
“[...] são transmitidos pelo <i>nervo vago</i> para o centro [...]”	94	
“O coração de uma pessoa adulta tem 300g em média, e o volume aproximado da <i>mão fechada</i> do indivíduo”.	97	Cardiovascular
“[...] atuando como <i>marca passo</i> , determina a contração dos átrios [...]”	98	
“As células dos tecidos do corpo humano são <i>banhadas</i> pelo líquido intersticial”.	100	
“Por sua ação, eles também são chamados “ <i>linfócitos assassinos ou matadores</i> ”.	102	Linfático
“[...] aos próprios microrganismos causadores das doenças, mas <i>enfraquecidos ou mortos</i> ”.	103	
“As vacinas atuam, portanto, como uma primeira inoculação de antígeno, “ <i>programado</i> o organismo para produzir[...]”	103	
“Nesse caso, a informação não fica registrada na <i>memória</i> do organismo”.	103	
“As artérias renais apresentam múltiplas <i>ramificações</i> no interior do rim”.	113	Urinário
“Este fica abrigado pela <i>cápsula renal</i> ”.	113	
“[...] como proteínas demasiado volumosas para passar através das <i>paredes dos capilares</i> [...]”	113	
“O <i>cálculo renal ou pedra no rim</i> é uma doença renal causada por uma estrutura <i>crystalina</i> [...]”	115	
“[...]as glândulas endócrinas, estruturas uni ou pluricelulares que lançam <i>seus produtos</i> (secreções) diretamente na corrente sanguínea”.	116	

“Os hormônios são <i>mensageiros químicos</i> transportados pela corrente sanguínea”.	116	Nervoso
“[...] <i>ponte</i> onde ocorre o cruzamento das vias motoras[...]”	117	
“A cor escura da coróide exclui toda a entrada de luz, exceto a que penetra pela pupila, à semelhança de uma a <i>máquina fotográfica</i> ”.	119	Sensorial
“[...]o cristalino, <i>uma lente</i> transparente formada por proteína”.	119	
“Essas células formam uma estrutura conhecida por <i>um espiral</i> (órgão de Corti), situado em um órgão complexo chamado cóclea. Esta é composta de um <i>longo tubo enrolado</i> [...]”	121	
“Hipófise- Localizada na base do crânio. Tem tamanho aproximado de <i>uma ervilha</i> e liga-se ao hipotálamo[...]”	123	Endócrino
“Estimula a secreção do <i>suco</i> pancreático e inibe a motilidade[...]”	125	
“[...]estimula o crescimento da <i>parede</i> do útero[...]”	125 e 126	
“As pessoas costumam <i>trilhar</i> o perigoso[...]”	127	

Livro B

Comparação / Analogias	Página	Sistema Funcional
“Podemos comparar um osso a uma <i>parede de concreto armado</i> : as vigas de ferro proporcionam força elástica, impedindo que a parede se quebre facilmente, enquanto o <i>cimento, a areia e a pedra proporcionam a força de compressão</i> , permitindo que a parede suporte pesos elevados sem deformar”.	37	Articular
“[...]a glândula pineal que tem o tamanho de uma semente de ervilha[...]”	55	Nervoso
“[...]a homeostase: a <i>gangorra</i> simboliza desequilíbrio em uma condição do organismo[...]”	59	Sensorial
“Os olhos, que são os órgãos sensoriais relacionados com a visão, são constituídos por um <i>sistema de lentes</i> que podem, dentro de certos limites [...]”	61	
“[...]as enzimas são como <i>catalisadores</i> de reações químicas”.	78	Digestório
“[...]o sistema digestório dos mamíferos é um <i>tubo</i> [...]O tubo digestório humano apresenta regiões especializadas[...]”	80	
“Comparando o <i>óleo para fritar bolinhos</i> com as enzimas digestivas, podemos fazer uma analogia com o processo de mastigação, que ocorre na boca[...]”	81	

“[...]onde estão as <i>pregas vocais</i> e a entrada[...]	82	
“Assim, a faringe participa da deglutição do <i>bolo alimentar</i> [...]”	82 (cinco vezes)	
“O esôfago é um tubo[...]	82	
“[...]as <i>paredes</i> musculares do esôfago[...]	83	
“[...] ondas que empurram o <i>bolo alimentar</i> [...]”	83	
“[...]produzidos por glândulas da <i>parede</i> do estômago [...]	83,84	
“[...]no <i>suco</i> gástrico é a pepsina[...]	84	
“Essa região do intestino delgado apresenta duas <i>porções</i> [...]”	85	
“[...] a bÍlis garante a absorção dos <i>produtos</i> da quebra dos lipídios[...]	85	
“[...] pelas células da <i>parede</i> do duodeno formam o <i>suco</i> intestinal ou <i>suco</i> entérico”.	86	
“[...]liberado com a entrada do <i>bolo alimentar</i> ”.	87	
“[...] as glândulas estomacais a secretam <i>suco gástrico</i> ”.	87	
“[...] estimulando a liberação da bÍlis e do <i>suco pancreático</i> ”.	87	
“[...] afetando principalmente a formação do <i>tubo</i> neural”.	92	
“Os pulmões são órgãos <i>esponjosos e elásticos</i> [...]”	102	Respiratório
“Os pulmões são protegidos pela <i>caixa torácica</i> [...]”	102 (três vezes)	
“[...] onde se localizam as <i>pregas vocais (cordas vocais)</i>	103 (duas vezes)	
“A traqueia é um <i>tubo</i> que[...]	103	
“[...]pois existem <i>anéis</i> de cartilagem que se estendem[...]	103 (duas vezes)	
“[...]eles terminam nos alvéolos, <i>pequenos sacos de finas paredes</i> [...]	103	
“[...]resultando na diminuição do volume da <i>caixa torácica</i> ”.	105	
“[...]o colapso das <i>finas paredes</i> dos alvéolos”.	105	
“A <i>ventilação</i> pulmonar pode ser[...]	106 (duas vezes)	
“ <i>Cavidades nasais</i> , laringe traqueia [...]	106	
“[...] como é o caso da <i>parede</i> dos alvéolos e dos capilares”.	107	
“A hemoglobina é uma proteína que apresenta <i>sítios de ligação</i> [...]”	108	

“É o coração que realiza o <i>bombeamento</i> do sangue[...]	110	Cardiovascular
“O átrio direito apresenta suas <i>paredes</i> [...]”	111	
“As <i>paredes</i> dos ventrículos esquerdo são mais espessas do que as paredes das outras cavidades[...]	111	
“[...] a pressão que o sangue exerce contra a <i>parede</i> das arteriais[...]	111	
“Possuem <i>parede</i> espessa, rica em [...]”	112	
“As veias possuem <i>paredes</i> menos espessas[...]	112 (três vezes)	
“O sangue, a <i>olho nu</i> [...]”	114	
“As hemácias são, portanto, anucleadas e apresentam formato de um <i>disco bicôncavo</i> , isto é, com <i>achatamento central dos dois lados do disco</i> ”.	115	
“No entanto, as plaquetas e as próprias células lesadas induzem a formação de verdadeiros “ <i>tampões</i> ”, os coágulos[...]	116	
“[...] no momento de sua retração as <i>bordas do vaso</i> rompidos[...]	116	
“Os capilares linfáticos, vasos muito fino e de <i>fundo cego</i> [...]”	117	Linfático
“Estes vasos confluem para veias de grande <i>calibre</i> [...]”	117	
“[...]a linfa sofre um processo de “ <i>limpeza</i> ”, com a remoção de possíveis micro-organismos[...]	117 (três vezes)	
“A pele constitui uma <i>barreira física</i> [...]”	118	
“[...] as células e <i>memória</i> rapidamente se multiplicam[...]	119 (duas vezes)	
“A urina chega à bexiga pelos ureteres e é eliminado pelo <i>canal da uretra</i> ”.	122	Urinário
“[...] sangue e linfa e atuam em <i>células –alvo</i> ”.	131 (duas vezes)	
“[...]como sistema de retroalimentação ou <i>feedback</i> ”.	136	
“[...] é chamado de <i>feedback</i> negativo”	136 (duas vezes)	

Livro C

Comparação / Analogias	Página	Sistemas Funcionais
“O sistema digestório[...], é comparável a uma linha de “desmontagem” dos alimentos[...]	218	Digestório

“[...] o processo continua no <i>tubo</i> digestório[...]	218 (duas vezes)	
“[...]o <i>bolo alimentar</i> é empurrado pela língua [...]	218	
“O esôfago é um <i>tubo</i> relativamente fino e de <i>paredes</i> musculosas [...].o <i>bolo alimentar</i> é impulsionado	218	
“[...] contração da musculatura da <i>parede</i> esofágica[...]	218	
“O estomago é uma bolsa de <i>parede</i> musculo- membranosa[...]	219	
“[...] é controlada por um <i>anel</i> de musculatura lisa[...]	219	
“[...] o orifício abre e permite a passagem do <i>bolo alimentar</i> para o estômago”.	219	
“[...] essas <i>substâncias</i> compõem o <i>suco gástrico</i> ”.	220 (duas vezes)	
“O alimento permanece no estomago[...] transformando-se em uma <i>massa acidificada</i> e semilíquida[...]	220	
“O intestino delgado é um <i>tubo</i> com pouco mais de 6 m de comprimento[...]	220	
“[...] mucosa intestinal produzem o <i>suco entérico ou suco intestinal</i> [...]	220 (duas vezes)	
“No duodeno também atua o <i>suco pancreático</i> [...]	220 (duas vezes)	
“[...] o pâncreas é um glândulas[...]formato <i>triangular e alongado</i> [...]	222	
“As células pancreáticas secretoras de enzimas formam pequenas <i>bolsas</i> ”.	222	
“[...]as <i>ilhotas pancreáticas</i> , que produzem dois importantes hormônios”.	222	
“[...] armazenado em uma <i>bolsa oval</i> denominada vesícula biliar[...]	222	
“[...] camada glote, é guarnecida por uma “ <i>lingueta</i> ” cartilaginosa, que atua como <i>válvula</i> ”	225	Respiratório
“[...]contém <i>pregas vocais</i> (anteriormente denominada <i>cordas vocais</i>).”	226	
“A faringe segue-se a traqueia, tubo de aproximadamente[...], com <i>paredes</i> reforçadas por <i>anéis</i> cartilagosos[...]	226	
“[...] a traqueia se divide em dois <i>tubos</i> [...] reforçados por <i>anéis</i> de cartilagem[...].que se <i>ramifica</i> em <i>tubos</i> cada vez mais finos[...]	226	
“O conjunto altamente <i>ramificado</i> de bronquíolos forma a <i>árvore respiratória</i> ”.	226	

“[...]um grupo de <i>pequenas bolsas</i> denominadas alvéolos pulmonares”.	226	
“[...] os pulmões, órgãos <i>esponjosos</i> com aproximadamente 25 cm de altura e 700 g de massa, localizados no interior da <i>caixa torácica</i> ”.	226	
“[...] 150 milhões de alvéolos pulmonares, pequenos sacos de <i>paredes</i> finas, formadas por células <i>achatadas</i> ”.	226	
“A <i>ventilação pulmonar</i> é a renovação do ar dos pulmões[...]	226	
“Nos mamíferos, a <i>ventilação pulmonar</i> depende[...]	227	
“[...] aumentando a frequência da <i>ventilação pulmonar</i> ”.	227	
“[...] forma a oxiemoglobina e <i>viaja</i> pelo corpo[...]	228	
“[...] para o líquido que <i>banha</i> os tecidos e são absorvidos pelos capilares”.	228	
“O sistema cardiovascular é constituído pelo coração e por uma <i>rede</i> de <i>vasos</i> [...]”	230	Circulatório
“O coração humano é um órgão <i>oco</i> , de tamanho comparável ao de um <i>punho</i> fechado[...]	230	
“A frequência dos batimentos cardíacos[...], o <i>marca-passo</i> , ou nodo sinoatrial[...]	232 (duas vezes)	
“Artérias são vãos de <i>paredes</i> espessa [...]”	232	
“As artérias de grosso <i>calibre</i> [...]”	232	
“[...] <i>ramificam-se</i> progressivamente em artérias mais finas[...]	232	
“Ao ser <i>bombeado</i> pelos ventrículos [...]sobre suas <i>paredes</i> , o que poderia rompe-las”.	232	
“As células da <i>parede</i> dos capilares[...]	232	
“[...]e <i>banha</i> as células é reabsorvida pelos próprios[...]	233 (duas vezes)	
“[...]dois vasos de grosso <i>calibre</i> [...]”	233,234	
“[...]veias pulmonares- <i>deseembocam</i> nos átrios esquerdos[...]	233	
“A <i>parede</i> das veias é relativamente mais fina[...]	233	
“[...] o restante é composto pelos <i>elementos figurados</i> do sangue, que são células sanguíneas[...]	233	
“Em diversos pontos da <i>rede</i> linfática[...]	234	Linfático
“[...]contamos com um eficaz sistema de defesa interno, comparável a um <i>exército organizado e bem aparelhado</i> : trata-se de um sistema imunitário”.	235	

“Os principais “ <i>soldados</i> ” do sistema imunitário são os linfócitos[...]”	236	
“[...]sobrea presença de <i>invasores</i> do corpo[...]”	236 (duas vezes)	
“[...]além de <i>combater</i> diretamente os <i>invasores</i>	238	
“À medida que <i>os invasores</i> são destruídos[...]”	238 (três vezes)	
“[...]células de <i>memória</i> imunitária[...]”	238 (duas vezes) 239 (duas vezes)	
“Os rins humanos[...], com forma de <i>grão de feijão</i> [...]”	241	Urinário
“Um néfron é uma longa estrutura <i>tubular</i> [...]”	241	
“[...]células <i>da parede do túbulo contorcido</i> [...]”	242 (duas vezes)	
“[...]a para o exterior entre <i>os lábios menores</i> [...]”	242	
“[...] <i>ductos coletores</i> [...]”	243	
“[...]compare o sistema nervoso a uma <i>rede de comunicação</i> [...]”	255	Nervoso
“[...] são transmitidos para uma “ <i>estação central</i> ” na forma de pulsos elétricos; estes viajam com rapidez por <i>cabos transmissores</i> , as fibras nervosas”.	255	
“[...] que estabelecem <i>pontes de comunicação</i> [...]”	255	
“Neurônios [...]condução de <i>pulsos elétricos</i> [...]”	256	
“Sua superfície é intensamente <i>pregueada</i> e marcadas por <i>sulcos e depressões</i> ”.	258	
“[...] do sangue <i>bombeado</i> pelo coração”.	259	
“[...] o tálamo, é formado por duas <i>massas ovoides</i> [...]”	259	
“A medula espinhal é um <i>cordão cilíndrico</i> alojado ao longo da coluna vertebral, no <i>canal</i> formado [...]”	259	
“Nervos são estruturas <i>filamentosas</i> [...]”.	260	
“[...] por dois conjuntos de <i>fibras nervosas</i> , as <i>raízes</i> do nervo”.	260	
“[...] <i>raiz ventral</i> do nervo espinhal”.	260 (quatro vezes)	
“A <i>raiz dorsal</i> do nervo espinhal [...]”	260 (três vezes)	
“[...] e um <i>neurônio motor</i> , que conduz o impulso medular [...]”	260,261 (duas vezes)	

“A orelha externa é um <i>canal</i> [...]o meio exterior no <i>pavilhão auditivo</i> [...] Ele funciona como uma <i>concha acústica</i> [...]”	266	
“Está é um <i>longo tubo cônico</i> , enrolado como a <i>concha de um caracol</i> [...]”	266	
“O saculo e o utrículo são duas <i>bolsas cheias</i> [...]”	267	
“Eles são duas <i>bolsas membranosas</i> repletas de líquidos[...]	267	
“Sob uma conjuntiva há uma <i>parede</i> de bulbo[...]	267	
“Atrás da íris localiza-se a <i>lente</i> [...]”	267	
“[...]entre as células por meio de <i>mensageiros químicos</i> [...]”	269	Endócrino
“[...] atua apenas sobre algumas delas, denominadas ‘ <i>células-alvo</i> ’ do hormônio	269 (duas vezes)	
“[...] os chamados <i>receptores</i> hormonais[...]	269 (duas vezes)	
“[...] e formação de um inchaço no pescoço- bócio, ou “ <i>papo</i> ”.	270	
“[...] e um mecanismo conhecido como <i>feedback</i> negativo”.	271	
“[...]aglomerado celulares denominados <i>ilhotas pancreáticas</i> ”.	272	
“[...]maior quantidade desse açúcar para ser usada como <i>combustível</i> [...]”	273	

APÊNDICE F - QUADRO DAS DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ESTABELECIDAS ENTRE O FUNCIONAMENTO DO CORPO HUMANO E UMA ORQUESTRA MUSICAL PERCEBIDA PELOS PROFESSORES DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

DIFERENÇA

Orquestra	Corpo Humano	Total
Funcionamento físico dos instrumentos pelos músicos	Funcionamento orgânico	1
A troca de um instrumento pode ser feita imediatamente	A troca de um órgão não é imediata. Precisa ser programada. Quando for permitido é claro	1
O maestro pode ser substituído por outro maestro	O cérebro não pode ser substituído por outro cérebro	1
A orquestra terminou a sequência de músicas, todos vão embora.	O sistema nunca para.	1
Uma orquestra pode mudar a disposição dos instrumentos	O sistema é programado geneticamente a uma estrutura única e evolutivamente adequada ao homem	1
Dependendo da obra a ser apresentada, alguns instrumentos podem não ser usados	O bom funcionamento do organismo depende do funcionamento de todos os seus componentes	1
São feitos vários ensaios antes da apresentação, para que tudo saia perfeito.	Não há como ensaiar as funções do corpo. Ao longo da vida elas vão acontecendo e no caso de algum problema, ou se faz o uso de medicamentos ou outros tratamentos. Mas o ciclo do nascimento até a morte é mantido, não há uma segunda vez.	1
A orquestra tem um momento específico para o funcionamento de cada instrumento.	No corpo os órgãos precisam trabalhar juntos para que haja uma função adequada do corpo	1
A música é um devaneio da alma.	O corpo é uma necessidade da vida.	1
Os instrumentos podem ser concertados.	Às vezes alguns órgãos podem danificar e não ter reparos	1
Visão macroscópica apenas- instrumentos musicais	Visão microscópica- células e tecidos	1
	Visão macroscópica- órgãos e sistemas	
Alguns instrumentos musicais podem estar presentes ou não na orquestra dependendo da melodia	Os órgãos do corpo são fundamentais para a homeostase	1

SEMELHANÇAS

Orquestra	Corpo Humano	Total
Os instrumentos precisam ser afinados para que o som dos instrumentos seja de qualidade	Os órgãos precisam de uma boa alimentação para que os mesmos tenham um bom funcionamento.	1
A falta do maestro a orquestra não funciona de forma integrada	A falta do cérebro o corpo não funciona de forma integrada.	1
A execução de algumas obras por uma orquestra alterna momentos de tranquilidade e tormenta, chegando ao clímax e retornando a tranquilidade. (Ex. O Fantasma da Ópera)	Nosso sistema nervoso autônomo, em suas divisões, simpática e parassimpática, alterna no controle do organismo, com momentos de stress e descanso.	1
Numa orquestra, todos são músicos, mas cada um possui uma características e habilidades para um tipo de instrumento.	Cada organismo apresenta suas características definidas pelas informações genéticas presentes no DNA de cada célula. Dependendo, esse material genético apresentará genes ativos em umas e em outras células, o que caracterizará a especialidade de cada uma	1
Os instrumentos se harmonizam trazendo a existência melodias conforme a regência.	O corpo funciona conforme a harmonização de seus processos metabólicos organizados conforme o cérebro.	1
São como as cordas da orquestra. As cordas produzem impulsos emocionais nos ouvintes.	Os impulsos elétricos dos neurônios. Os impulsos levam as instruções para o comando do cérebro	1
Todos os minerais que constituem os instrumentos	No organismo encontramos todos os minerais presente nos instrumentos, porém em menor quantidade	1
Melodia	Homeostase- A saúde é o bom funcionamento do corpo são como a melodia de uma orquestra, quanto o organismo está doente é como uma nota musical desafinada. Assim a homeostase é como a melodia, a harmonia da melodia depende do dos músicos e instrumentos musicais assim como a homeostase depende do bom funcionamento metabólico.	1

Orquestra

A interferência externa da plateia atrapalha o bom funcionamento do conjunto musical

Organismo

A interferência externa (estresse) interfere no bom funcionamento corporal (perda de homeostasia - sistema imunológico pode diminuir)

1
1
10

ANEXOS

ANEXO A – FEIRA DE CIÊNCIAS

CENTRO EDUCACIONAL PEDAGÓGICO EDUCAR

CERTIFICAMOS

Que no dia 05/10/2010, foi realizada uma feira de Ciências em nossa instituição educacional, organizada pela professora Érica Dinorá Portela, no qual faz parte da equipe de corpo docente da mesma. A feira foi desenvolvida de uma maneira que todos os alunos do ensino fundamental II tiveram efetivamente participação. Tendo a duração de 04 horas.

Belo Horizonte, 05 de Outubro de 2010.

A direção

CENTRO EDUCACIONAL PEDAGÓGICO EDUCAR
Ensino Fundamental - 1º ao 5º ano
Portaria 600/2004 - SEE-MG
Ensino Fundamental 8º ao 9º ano
Portaria 298/10 - SEE-MG
Av. Augusto dos Anjos, 838 e 804 - Bairro Rio Branco
CEP: 31.535-000 - BH - MG - Tel: 3450-3062 / 3789-3062

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O (a) Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: ***Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano com uma orquestra musical: o que pensam professores de Biologia?*** Neste estudo pretende-se analisar a percepção dos professores diante da comparação entre o corpo humano e uma orquestra musical.

Justifica a proposição deste estudo devido à questão que parte dos estudantes não compreendem de fato o funcionamento do corpo humano, pois é um assunto complexo, abstrato e com nomenclatura própria. Com isso, evidenciando a importância do uso de metodologias, como por exemplo, o uso de analogias que tende a facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa será conduzida pela mestrandia Érica Dinorá Portela, aluna do Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET – MG), a quem o (a) Sr. (a) poderá contatar / consultar a qualquer momento, que julgar necessário, por meio do telefone (31) 99666-0066 ou e-mail: ericadinora@yahoo.com.br, Comitê de Ética em Pesquisa Tel.: 3514-7626 Dra. Selme Siqueira de Matos Coordenadora do CEP/HFR.

Para o desenvolvimento da pesquisa serão adotados os seguintes procedimentos: coleta de dados a ser realizada em três momentos distintos. O primeiro momento foi realizado uma sondagem com cinco professores da rede estadual, no qual esses elaboram semelhanças e diferenças dessa comparação de acordo com a metodologia MECA adaptada. No segundo momento pesquisa por questionário baseada em escala likert e o terceiro momento análise qualitativa por grupo focal.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Você será esclarecido (a) sobre o estudo, em qualquer aspecto que desejar, e poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Assim a sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que será atendido pela mestrandia.

A mestrandia se compromete, desde já, a tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O seu nome ou o material que indique a sua participação não serão liberados sem a sua permissão. O (A) Sr. (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar do estudo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela mestrandia, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, e a outra será fornecida a você.

Caso haja danos decorrentes dos riscos previstos, a mestrandia assumirá a responsabilidade pelos mesmos.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo "***Possibilidades pedagógicas de uma comparação do corpo humano e uma orquestra musical: percepções de professores***" de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2016

Pesquisadora

Participante

**ANEXO C - FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO PROGRAMA
NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO - PNLD 1ª 2ª 3ª PNLD 2015 - COLEÇÕES MAIS
DISTRIBUÍDAS POR COMPONENTE CURRICULAR BIOLOGIA**

	Código	Título	Tipo	Quantidade de páginas	Cad. Tipog.	Quantidade	Quantidade por Coleção
1ª	27505C2001	BIOLOGIA HOJE: CITOLOGIA - REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - HISTOLOGIA - ORIGEM DA	L	312	20,5	833.519	2.08.216
	27505C2001	BIOLOGIA HOJE: CITOLOGIA - REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - HISTOLOGIA - ORIGEM DA	M	400	26	10.881	2.08.216
1ª	27505C2002	BIOLOGIA HOJE: OS SERES VIVOS - VOLUME 2	L	320	21	637.639	2.08.216
1ª	27505C2002	BIOLOGIA HOJE: OS SERES VIVOS - VOLUME 2	M	408	26,5	8.949	2.08.216
1ª	27505C2003	BIOLOGIA HOJE: GENÉTICA - EVOLUÇÃO - ECOLOGIA - VOLUME 3	L	312	20,5	539.173	2.08.216
1ª	27505C2003	BIOLOGIA HOJE: GENÉTICA - EVOLUÇÃO - ECOLOGIA - VOLUME 3	M	408	26,5	8.055	2.08.216
2ª	27644C2001	1 DO UNIVERSO ÀS CÉLULAS VIVAS	L	208	18,5	537.155	1.329.164
2ª	27644C2001	1 DO UNIVERSO ÀS CÉLULAS VIVAS	M	360	23,5	6.971	1.329.164
2ª	27644C2002	2 ADAPTAÇÃO E CONTINUIDADE DA VIDA	L	320	21	421.291	1.329.164
2ª	27644C2002	2 ADAPTAÇÃO E CONTINUIDADE DA	M	376	24,5	5.825	1.329.164

VIDA							
2ª	27644C2003	3 A DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	L	320	21	352.770	1.329.164
2ª	27644C2003	3 A DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	M	400	26	5.152	1.329.164
3ª	27504C2001	BIOLOGIA - VOLUME 1 - ECOLOGIA, ORIGEM DA VIDA E BIOLOGIA CELULAR, EMBRIOLOGIA E	L	320	21	399.325	984.159
3ª	27504C2001	BIOLOGIA - VOLUME 1 - ECOLOGIA, ORIGEM DA VIDA E BIOLOGIA CELULAR, EMBRIOLOGIA E	M	408	26,5	5.641	984.159
3ª	27504C2002	BIOLOGIA - VOLUME 2 - OS SERES VIVOS	L	320	21	309.148	984.159
3ª	27504C2002	BIOLOGIA - VOLUME 2 - OS SERES VIVOS	M	416	27	4.817	984.159
3ª	27504C2003	BIOLOGIA - VOLUME 3 - O SER HUMANO, GENÉTICA, EVOLUÇÃO	L	296	19,5	260.827	984.159
3ª	27504C2003	BIOLOGIA - VOLUME 3 - O SER HUMANO, GENÉTICA, EVOLUÇÃO	M	376	24,5	4.401	984.159
4ª	27501C2001	BIO VOLUME 1	L	320	21	367.812	910.151
4ª	27501C2001	BIO VOLUME 1	M	448	29	4.880	910.151
4ª	27501C2002	BIO VOLUME 2	L	320	21	289.014	910.151
4ª	27501C2002	BIO VOLUME 2	M	432	28	4.093	910.151
4ª	27501C2003	BIO VOLUME 3	L	320	21	240.724	910.151

4 ^a	27501C2003	BIO VOLUME 3	M	448	29	3.628	910.151
5 ^a	27629C2001	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 1	L	320	21	327.023	801.473
5 ^a	27629C2001	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 1	M	432	28	4.249	801.473
5 ^a	27629C2002	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 2	L	320	21	250.450	801.473
5 ^a	27629C2002	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 2	M	432	28	3.481	801.473
5 ^a	27629C2003	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 3	L	312	20,5	213.132	801.473
5 ^a	27629C2003	SER PROTAGONISTA BIOLOGIA 3	M	408	26,5	3.138	801.473
6 ^a	27510C2001	BIOLOGIA 1	L	320	21	261.617	639.637
6 ^a	27510C2001	BIOLOGIA 1	M	432	28	3.542	639.637
6 ^a	27510C2002	BIOLOGIA 2	L	320	21	200.802	639.637
6 ^a	27510C2002	BIOLOGIA 2	M	448	29	2.944	639.637
6 ^a	27510C2003	BIOLOGIA 3	L	320	21	168.073	639.637
6 ^a	27510C2003	BIOLOGIA 3	M	464	30	2.659	639.637
7 ^a	27518C2001	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	L	248	16,5	222.867	547.084
7 ^a	27518C2001	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	M	384	25	2.987	547.084
7 ^a	27518C2002	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	L	312	20,5	171.471	547.084
7 ^a	27518C2002	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	M	432	28	2.485	547.084
7 ^a	27518C2003	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	L	304	20	145.040	547.084
7 ^a	27518C2003	CONEXÕES COM A BIOLOGIA	M	432	28	2.2334	547.084
8 ^a	27598C2001	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: CÉLULAS, ORGANISMOS E POPULAÇÕES - VOLUME 1	L	312	20,5	71.147	174.287

8ª	27598C2001	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: CÉLULAS, ORGANISMOS E POPULAÇÕES - VOLUME 1	M	424	27,5	929	174.287
8ª	27598C2002	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: BIODIVERSIDADE - VOLUME 2	L	320	21	54.388	174.287
8ª	27598C2002	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: BIODIVERSIDADE - VOLUME 2	M	432	28	781	174.287
8ª	27598C2003	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: CORPO HUMANO, GENES E AMBIENTE - VOLUME 3	L	312	20,5	46.344	174.287
8ª	27598C2003	NOVAS BASES DA BIOLOGIA: CORPO HUMANO, GENES E AMBIENTE - VOLUME 3	M	424	27,5	698	174.287
9ª	27508C2001	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	L	320	21	55.741	139.200
9ª	27508C2001	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	M	464	30	757	139.200
9ª	27508C2002	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	L	320	21	43.830	139.200
9ª	27508C2002	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	M	464	30	656	139.200
9ª	27508C2003	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	L	320	21	37.620	139.200
9ª	27508C2003	BIOLOGIA UNIDADE E DIVERSIDADE	M	464	30	596	139.200