

Universidade de Brasília
Instituto de Humanas
Departamento de Filosofia

Arnaldo de Souza Vasconcellos Júnior

**Uma Análise Lakatosiana da Pesquisa de Mary Schweitzer em Biologia
Evolutiva**

Brasília
2011.

Universidade de Brasília

Arnaldo de Souza Vasconcellos Júnior

Uma Análise Lakatosiana da Pesquisa de Mary Schweitzer em Biologia Evolutiva

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Departamento de Filosofia, Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília, sob a orientação do professor Dr. Paulo Abrantes, como requisito para conclusão do curso de Licenciatura em Filosofia.

Orientador: Dr. Paulo Cesar Coelho Abrantes

Brasília
2011.

Arnaldo Vasconcellos

UMA ANÁLISE LAKATOSIANA DA PESQUISA DE MARY SCHWEITZER EM
BIOLOGIA EVOLUTIVA

Monografia apresentada ao Departamento de
Filosofia, Instituto de Ciências Humanas da
Universidade de Brasília como requisito para
obtenção do título de licenciado em Filosofia.

Aprovado em __/__/_____.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Paulo César Abrantes – UnB

Dr. Samuel Simon Rodrigues – UnB

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho Lorenzo e à minha esposa Beatriz. Dedico, também à memória de Aílton Vasconcellos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Beatriz, minha esposa, pela compreensão e apoio em todos os momentos. Ao meu filho Lorenzo por sua maravilhosa presença e seu grandioso sorriso, que me cativa todo o tempo. Aos meus pais, Arnaldo e Neiva, às minhas irmãs Angélica e Caroline, ao meu cunhado André Luiz, ao meu sogro Luiz Afonso. Agradecimentos a toda família.

Agradeço ao meu professor Paulo pela atenção dispensada e conselhos efetuados. E, sobretudo, agradeço àquela Força que por vezes não ousou nominar.

EPÍGRAFE

“Não sabendo que era impossível, foi lá e fez”

Jean Cocteau

RESUMO

Com o intuito de investigar a prática e a pesquisa científica em biologia evolutiva, esta dissertação faz uso da filosofia da ciência de Imre Lakatos, aplicada à pesquisa de Mary Schweitzer e equipe, com base em dois artigos sobre a descoberta de um T-Rex com tecidos moles e, posteriormente, sobre a detecção de colágeno. Deste modo, este trabalho visa ressaltar as partes do programa de pesquisa no qual Mary Schweitzer trabalha, bem como a possível aplicabilidade desta filosofia geral da ciência na prática científica em biologia evolutiva.

Palavras-chave: Filosofia da ciência. Lakatos. Prática científica. Teoria da Evolução.

ABSTRACT

This dissertation attempts to apply Imre Lakatos' Philosophy of Science to the research program of Mary Schweitzer and staff, presented in two papers published in Science: one of them about the discovery of T-Rex with soft tissue and a later one reporting the detection of collagen. This case-study highlights the more general applicability of Lakatos' Methodology of Scientific Research Programmes to scientific practice in Evolutionary Biology.

Keywords: Evolution Theory. Philosophy of Science. Scientific practice. Lakatos.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. A Filosofia da ciência de Lakatos.....	10
3. Apresentação dos artigos analisados de Mary Schweitzer.....	15
4. Resumo dos artigos de Mary Schweitzer e uma reconstrução preliminar com base na filosofia lakatosiana.....	20
5. O Programa de Pesquisa de Mary Schweitzer.....	24
5.1 Identificação e caracterização do núcleo duro.....	24
5.2 Identificação do cinturão protetor.....	31
5.3 Identificação das heurísticas atuantes.....	37
6. Conclusões.....	40
7. Referências Bibliográficas.....	42

1. Introdução

Esta monografia pretende desenvolver uma investigação sobre um programa de pesquisa científica em biologia, tomando como estudo de caso dois artigos da pesquisadora Mary H. Schweitzer e sua equipe¹.

Schweitzer e equipe teriam encontrado um fóssil de T-Rex com tecidos moles e supostos vasos sanguíneos (SCHWEITZER et al, 2005), e, posteriormente, vestígios de colágeno (SCHWEITZER et al, 2007).

Na presente monografia, procuramos analisar, sob a luz da filosofia lakatosiana, o programa de pesquisa científica (PPC) em que os trabalhos de Schweitzer estão inseridos. Procuramos relatar os pressupostos metafísicos, as hipóteses auxiliares e as heurísticas do PPC analisado.

Em outras palavras, pretendemos reconstruir a prática científica de Mary Schweitzer e equipe, tanto num âmbito geral (evolucionismo darwinista) quanto em âmbito mais restrito. Esta reconstrução, com base na filosofia da ciência de Lakatos, pretende, não somente a reconstrução, mas a constatação da possibilidade desta filosofia da ciência ser uma ferramenta adequada para reconstruções de práticas nas ciências biológicas – pelo menos em biologia evolutiva.

Obviamente, esta monografia assume, como hipótese de trabalho, a premissa de que a filosofia geral da ciência descrita por Lakatos, é aplicável à prática científica evolucionista.

Como um possível retrato, também se assume uma visão de *verossimilhança* acerca desta prática científica. Portanto, não se deve atribuir a este trabalho a tarefa de a descrever exaustivamente, como se encerrasse aqui toda e qualquer sutileza presente na prática científica em biologia evolutiva. A proposta deste trabalho é mais humilde: traduzir como seria a pesquisa biológica, em especial a pesquisa de Mary Schweitzer, nos termos da filosofia de Lakatos, expor quais seriam as partes componentes do suposto programa de pesquisa e constatar se esta filosofia realmente pode ser aplicada neste tipo de prática.

1 Os outros autores do artigo de 2005 são: Jennifer L. Wittmeyer, John R. Horner e Jan K. Toporski. No artigo de 2007 são: Zhiyoung Suo, Recep Avci, John M. Asara, Mark A. Allen, Fernando Teran Arce e John R. Horner.

2. A Filosofia da Ciência de Lakatos

Ao longo desta pesquisa iremos utilizar vários conceitos referentes à filosofia da ciência de Imre Lakatos, e por este motivo faz-se necessário esclarecer alguns termos utilizados, bem como a fundamentação de sua filosofia.

Primeiramente, é interessante citar que a metodologia de programas de pesquisas científicas busca ser uma resposta às asserções de Thomas Kuhn – que apostava no desenvolvimento científico como pautado por paradigmas –, e de Popper, que julgava a dinâmica científica por meio do falseacionismo.

“A visão de ciência que deve substituir a de Kuhn é a síntese das duas descobertas seguintes. Primeiro, contém a descoberta de Popper de que a ciência progride pela discussão crítica de visões alternativas. Segundo, contém a descoberta de Kuhn da função da tenacidade que ele expressou, erroneamente, a meu ver, mediante o postulado da existência de períodos de tenacidade. A síntese consiste na afirmação de Lakatos (desenvolvida em seus próprios comentários sobre Kuhn) de que a proliferação e a tenacidade não pertencem a períodos sucessivos da história da ciência, mas estão sempre co-presentes.”
(FEYERABEND, *apud* NETO, p. 1)

Lakatos tem, portanto, uma teoria da ciência, que poderia ser considerada uma síntese, muito criativa, em relação a estas outras duas posturas. A sua postura, estabelecida como uma metodologia de programas de pesquisa científica, seria uma forma refinada de mostrar a dinâmica do processo científico

Em sua teoria da ciência é possível distinguir que não mais apenas teorias são concorrentes entre si, mas sim que existe todo um programa de pesquisa científica que pode, eventualmente, concorrer com outros programas coexistentes.

Uma questão surge diante desta exposição: o que é exatamente um *programa de pesquisa científica*?

Programas de pesquisa científica são estruturas que possuem um núcleo duro, um cinturão protetor e heurísticas – positiva e negativa. Os programas de pesquisa científica exibem uma série teórica com uma continuidade fundada em um núcleo duro e uma heurística positiva.

É importante ressaltar que a filosofia da ciência de Lakatos, é uma síntese entre o falseacionismo de Popper e a visão de Kuhn, como dito anteriormente.

Para Lakatos, teorias são modificadas conforme uma heurística e possuem em comum alguns pressupostos irrefutáveis (núcleo duro²) e outros passíveis de alteração (hipóteses auxiliares). Esta descrição lakatosiana é uma descrição da ciência e seu funcionamento, portanto uma descrição da *prática* científica.

O programa de pesquisa científica é composto por uma série de teorias, como supracitado, e estas são modificadas e propostas, sequencialmente, conforme a operação de heurísticas. Uma teoria sucede a outra dentro de um programa de pesquisa científica (que chamarei a partir de agora de PPC) conforme a teoria anterior é falseada.

Dependendo da atuação das heurísticas podemos ter programas que irão progredir, ampliando seu conteúdo empírico e efetuando novas previsões, ou entrar em degeneração. Esta faceta da filosofia da ciência de Lakatos é voltada para uma proposta avaliativa da dinâmica dos programas científicos. Abaixo voltaremos a esta faceta.

Com base neste funcionamento, Lakatos insere algo que podemos conceber como uma imagem do funcionamento da pesquisa científica: existe algo que não é suplantado num programa de pesquisa, mesmo quando as anomalias não são resolvidas e a refutação torna-se cada vez mais evidente. Este tipo de funcionamento sugere uma imagem clara de como a ciência (ou as ciências) estariam formatadas.

A imagem que se pode conceber a partir desta reflexão é de uma ciência funcionando com base em alguns pressupostos centrais que orientam a pesquisa.

O núcleo duro consiste em asserções metafísicas (não falseáveis) que orientam todo o trabalho num PPC. O núcleo é envolto por um *cinturão protetor*.

O *cinturão protetor* é composto por um conjunto de hipóteses auxiliares. Contrariamente ao que acontece com o núcleo duro, o cinturão protetor é facilmente acessível à alterações causadas por falseamento empírico. Desta forma o cinturão protetor tem a tarefa, dentro do PPC, de proteger o núcleo duro.

Em todo PPC existe uma heurística que determina como o cinturão protetor é alterado e como o núcleo duro será protegido.

A *heurística negativa* protege o núcleo duro de falseamento e orienta a formulação de hipóteses que contornem as anomalias enfrentadas pelas teorias da série. Já a *heurística*

2 Logo a seguir, retomaremos o conceito de núcleo duro.

positiva promove o desenvolvimento do cinturão protetor na criação de hipóteses auxiliares conforme as asserções metafísicas contidas no núcleo duro.

O trabalho da heurística num PPC é, em geral, o de alterar seu cinturão protetor, conforme haja necessidade.

Lakatos afirma:

“El programa consiste en reglas metodológicas: algunas nos dicen las rutas de investigación que deben ser evitadas (heurística negativa), y otras, los caminos que deben seguirse (heurística positiva)” (LAKATOS, 1978b p. 65).

E mais adiante, numa nota:

“Se puede señalar que la heurística positiva y negativa suministra una definición primaria e implícita del 'marco conceptual' (y por tanto del lenguaje).

El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los programas de investigación en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos.” (Idem).

Portanto, são dois tipos de heurísticas que estão envolvidas na prática científica: positivas e negativas.

A heurística positiva tem o papel de orientar (sugerir, conforme afirma Lakatos) o desenvolvimento do cinturão protetor na criação de hipóteses auxiliares conforme as asserções metafísicas do núcleo duro. E estas hipóteses auxiliares são tomadas como versões refutáveis do programa.

Diz Lakatos na página 69 do livro supracitado: “la heurística positiva consiste de un conjunto, parcialmente estructurado, de sugerencias o pistas sobre cómo cambiar y desarrollar las 'versiones refutables' del programa de investigación, sobre cómo modificar y complicar el cinturón protector 'refutable' ”.

De certa forma, a heurística positiva impede que o cientista perca o foco do seu trabalho perante as várias anomalias que enfrente. A heurística irá sugerir *modelos*. Modelos estes cada vez mais aproximados da realidade. Esta heurística também orienta o pesquisador a ignorar anomalias.

Em relação à heurística positiva, afirma Lakatos:

“La heurística positiva del programa impide que el

científico se pierda en el océano de anomalías. La heurística positiva establece un programa que enumera una secuencia de modelos crecientemente complicados simuladores de la realidad: la atención del científico se concentra en la construcción de sus modelos según las instrucciones establecidas en la parte positiva de su programa. Ignora los contraejemplos *reales*, los '*datos*' disponibles” (LAKATOS, p.69, 1978b).

Em relação aos modelos, diz:

“Un 'modelo' es un conjunto de condiciones iniciales (posiblemente en conjunción con algunas teorías observacionales) del que se sabe que *debe* ser sustituido en el desarrollo ulterior del programa, e incluso cómo debe ser sustituido (en mayor o menor medida). Esto muestra una vez más hasta qué punto son irrelevantes las refutaciones de cualquier versión específica para un programa de investigación: su existencia es esperada y la heurística positiva está allí tanto para predecirlas (producirlas) como para digerirlas” (Idem, p.70).

É a heurística positiva que define os problemas enfrentados pelo cientista e não necessariamente as anomalias, como afirma Lakatos: “La selección de sus problemas está fundamentalmente dictada por la heurística positiva de su programa y no por las anomalías ” (LAKATOS, p. 145, 1978b).

Uma heurística negativa tem sua função em proteger o núcleo duro contra problemas que poderiam falseá-lo. Este procedimento evitará a aplicação de um *modus tollens* ao núcleo duro. A heurística negativa “especifica o núcleo duro do programa, que é 'irrefutável' por decisão metodológica de seus defensores”³ [tradução nossa] (Idem, pp. 68-69).

A heurística negativa evita a aplicação de um *modus tollens* ao núcleo duro, propondo a formulação de hipóteses auxiliares no cinturão protetor, conforme a necessidade, para que este possa receber os impactos dos problemas gerados pelas anomalias enfrentadas por cada versão teórica do programa.

Desta forma, afirma Lakatos, em relação à heurística negativa:

3 No original: “La heurística negativa especifica el núcleo firme del programa que es 'irrefutable' por decisión metodológica de sus defensores”,

“La heurística negativa del programa impide que apliquemos el modus tollens a este 'núcleo firme'. Por el contrario, debemos utilizar nuestra inteligencia para incorporar e incluso inventar hipótesis auxiliares que formen un cinturón protector en torno a ese centro, y contra ellas debemos dirigir el modus tollens. El cinturón protector de hipótesis auxiliares debe recibir los impactos de las contrastaciones y para defender al núcleo firme, será ajustado y reajustado e incluso completamente sustituido. Un programa de investigación tiene éxito si ello conduce a un cambio progresivo de problemática; fracasa, si conduce a un cambio regresivo.” (LAKATOS, p.66, 1978b).

Em relação a avaliação de programas, para a metodologia de programas de pesquisa científica, um PPC pode ser *progresivo* ou *degenerativo*.

Um programa progride quando seu conteúdo empírico cresce e ele pode *predizer* novos fatos. Em contrapartida, um programa está em degenerescência quando está estagnado ou o conteúdo empírico da série teórica é cada vez menor. Desta forma para a avaliação de um programa, leva-se em consideração o aumento das previsões.

A filosofia de Lakatos pretende ser uma descrição da prática científica, como também um conjunto de regras para uma avaliação dos programas de pesquisa. Não propõe, contudo, algum tipo de aconselhamento de como *deve* proceder o cientista: sua filosofia da ciência é uma reconstrução da prática científica e propõe normas para avaliá-la.

3. Apresentação dos artigos analisados de Mary Schweitzer

Ao observar os artigos de 2005 e 2007 de Mary H. Schweitzer, podemos notar uma importante descoberta alinhada a um processo de extração de fósseis.

Tradicionalmente, um fóssil é extraído no próprio local do sítio, e depois levado para um laboratório, sendo capaz de revelar extensas características de um animal extinto. Temos dados de seus ossos e, algumas vezes, de outros tecidos.

Na pesquisa de Schweitzer, verificamos que a mesma e sua equipe extraíram fósseis que teriam resquícios de tecidos moles e até de células sanguíneas (artigo da *Science* de 2005).

Após questionarmos sobre a possibilidade desta descoberta ser a primeira, veremos que existem outros casos de extração de fósseis com tecidos moles por outros cientistas. Todas elas avaliadas pela comunidade como algo excêntrico.

A excentricidade deste tipo de descoberta possibilita várias discussões acerca do tema. No artigo de Jeff Hecht publicado na *New Scientist* em 27 de Janeiro de 2011 (p. 42-45) afirma:

“Occasionally, though, nature is kind and fossilisation preserves details of an animal's soft tissue. For example, the animals of Burgess shale were buried rapidly in anoxic mud, allowing their soft tissues to be fossilised in amazing details.”(HECHT, p. 43).

Mais a frente, afirma:

“However, even these exceptional conditions were not thought to preserve original organic material. The Chinese fossils are covered in a thin black film of carbon, but this is believed to be remains of bacteria that consumed the soft tissue before being entombed in rock. Convincing evidence of original soft tissue older than the Ice Age was lacking. ” (Idem, p. 43-44).

Hecht ainda cita casos de 1994, de supostos restos de DNA encontrados em um dinossauro de 80 milhões de anos. Suspeitas de contaminação humana nos materiais foram levantadas. De qualquer forma, segundo o artigo de Hecht, o DNA não é o único elemento bioquímico analisável, e a descoberta de Schweitzer também faz surgir diversas controvérsias a respeito. Em 2005, segundo Hecht, Schweitzer e equipe teriam encontrado um T-Rex, que por ser muito grande para o bloco ser transportado de helicóptero, teve de ser quebrado,

causando surpresa: havia elementos parecidos com tecidos moles. Depois, a equipe de Schweitzer dissolveu o material com ácido, o que revelou supostos tecidos moles.

O motivo da excentricidade deste tipo de descoberta é justamente o questionamento se os tecidos moles e o colágeno (encontrado em 2007), podem ter durado, literalmente, tanto tempo. Embora o colágeno seja uma proteína que pode ser durável, isto deveria estar ligado a algum processo de preservação do mesmo.

Este tipo de ceticismo entre especialistas da área deve-se ao fato de técnicas anteriores de extração não terem detectado tais tecidos, gerando uma ampla lacuna de fósseis sem tais tecidos e proteínas. Hecht afirma, na página 45 do citado artigo: “Nobody expected soft-tissue chemistry to be preserved in such places because previous techniques were not sensitive enough to find it”.

Ainda no artigo de Hecht, o mesmo descreve a descrença de alguns especialistas acerca deste tipo de descoberta (dos tecidos moles): “(..) Tom Kaye of the University of Washington in Seattle suggested that what she had found was a biofilm left by bacteria that had feasted on the dead animal” (HECHT, p. 44).

Portanto, para alguns especialistas, este tipo de descoberta estaria relacionado com uma má interpretação do que seriam biofilmes deixados por bactérias.

O artigo da PLoS ONE (citado por Hecht), de Tom Kaye, argumenta que as descobertas de Schweitzer e equipe podem ser resultado de biofilmes. Eles alegam que os biofilmes⁴ teriam deixado estruturas parecidas com a de vasos e células sanguíneas.

“When biofilms coat a substrate, and that substrate is subsequently removed, the biofilm will retain much of the original morphology. This can explain the quantity and similarity of structures found in fossil bone and indicates that these structures are unlikely to be preserved dinosaurian tissues but the product of common bacterial activities ” (Kaye, p. e2808).

Entretanto, a própria Schweitzer teria encontrado vestígios de colágeno no mesmo espécime (SCHWEITZER et al 2007) e, conforme o artigo de Hecht, Schweitzer teria afirmado “Microbes can't do collagen” (SCHWEITZER *apud* HECHT, p. 44). Desta forma “isto deve ter vindo de dinossauros”, completa Hecht.

4 Biofilmes são comunidades de micro-organismos associados entre si, podendo compartilhar funções metabólicas e até mesmo genes, em superfícies bióticas e abióticas. Explicações similares podem ser encontradas nas páginas “<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biofilme>” e “<http://vsites.unb.br/ib/cel/microbiologia/biofilme/biofilme.html>”.

Entretanto Kaye rebate, no mesmo artigo da *PLoS ONE*, que recentes descobertas de proteínas similares a colágeno, de origem bacteriana, podem aumentar a discussão acerca da suposta origem de tal proteína em fósseis de dinossauros.

Há, portanto, a premissa de que o colágeno e, sobretudo, tecidos moles não *devem durar tanto tempo*, de acordo com teorias bioquímicas a respeito. Embora o colágeno seja uma proteína um tanto durável, não seria esperado que tal espécime (MOR 1125) possuísse tal proteína, devido a idade apresentada – e esta expectativa existe por lacunas em outras descobertas fósseis. Se estas premissas são verdadeiras, deveriam, para um falseacionista ingênuo falsear a teoria de que os dinossauros possuem a idade apresentada (em outras palavras, para um falseacionista ingênuo, a tese atual da idade deste dinossauro deveria ser revista, pois a apresentação de colágeno, alinhada em uma vasta história de fósseis sem colágeno, deveria ser suficiente para falsear a tese da idade em milhões de anos).

Então, a questão que insistimos em continuar a fazer (ou que poderíamos ter feito ao saber de tecidos moles e colágeno preservados) seria: por que tais descobertas não invalidam a asserção de que os dinossauros possuem milhões de anos (no caso de MOR 1125 68 milhões de anos)? Por que, ao invés de falsear a suposição da idade do dinossauro, surgem hipóteses sobre os mecanismos de persistência desse colágeno e de tecidos moles?

Ao nos aprofundarmos no assunto, veremos que teorias científicas não são falseadas como quer um falseacionismo ingênuo. A apresentação de um espécime, como o supracitado, com estas características, é uma descoberta pioneira (embora não seja a primeira) que não falseia a teoria da evolução, justamente porque é possível que a premissa da idade dos dinossauros seja verdadeira e que a asserção da duração de tecidos moles e do colágeno precisem ser reformuladas. Também pode haver uma possível reformulação sobre o efeito das técnicas de extração fóssil. Neste sentido, dentro de um ponto de vista lakatosiano, uma heurística negativa atua no sentido de preservar o núcleo duro do programa.

Desta forma, é possível que exista um mecanismo que aumente a persistência de tecidos moles e proteínas (tal como o colágeno), como Schweitzer e equipe argumentam em seus artigos. E mais: tais descobertas, se confirmadas, deveriam corrigir essa discrepância com respeito a hipóteses bioquímicas em uso, além de sugerir novas técnicas de extração fóssil quando surja a suspeita de casos de possíveis espécimes preservados.

Além destas considerações, se as pesquisas de Schweitzer e equipe forem corretas, devem corroborar a teoria de que aves e dinossauros estão relacionados filogeneticamente.

Para isto, diz Hecht:

“She also showed than an antibody to chicken collagen reacted with the samples, **which would be expected as birds are descended from dinosaurs.**” [grifos nossos] (HECHT, 2011 p. 44).

A distinção entre um falseacionismo ingênuo e um sofisticado pode ser expresso na forma como estes encaram o falseamento: para o falseacionismo dogmático (ou ingênuo) o fato de existir um *único* ponto divergente entre uma teoria e a observação, por exemplo, seria tomado como suficiente para uma refutação. Em contrapartida, para o falseacionismo sofisticado existem procedimentos heurísticos capazes de evitar o falseamento do núcleo duro (caso esteja em ação uma heurística negativa) ou ampliando o conteúdo empírico das teorias conforme asserções do núcleo duro (caso a heurística positiva esteja atuando). Portanto, julgamos que a divergência entre a duração do colágeno e a idade alegada do dinossauro não é razão suficiente para refutar a premissa relacionada à idade do dinossauro⁵ – e este posicionamento está presente no artigo de 2007, quando os autores especulam que deva existir um mecanismo para que o colágeno possa ter sido preservado por tanto tempo.

“We hypothesize that these molecular fragments are preserved because reactive sites on the original protein molecules became irreversibly cross-linked, both to similar molecules and to mineral or exogenous organic components .” (SCHWEITZER et al, 2007 p. 279-280).

Desta forma, a premissa de que a molécula de colágeno deva ser quebrada com o tempo, de uma forma rápida, devido à segunda lei da termodinâmica⁶, não se justifica, pois haveria algum mecanismo que retardaria este processo. Esta sugestão, veremos numa seção posterior, pode ser encarada como uma ação com base na heurística negativa.

O artigo de 2007 sugere que estes tecidos moles preservados e o colágeno existente no espécime têm uma proximidade com as das aves modernas – embora não tenha havido ainda um sequenciamento de tal proteína; a pesquisa sugere, mesmo que de forma

5 Isto justifica um posicionamento que se afasta do falseacionismo ingênuo, pois o mesmo ignoraria a possibilidade, de acordo com a argumentação levantada, da existência de um mecanismo que aumente a persistência do colágeno. Isto significa que um posicionamento falseacionista ingênuo poderia não ser adequado para o contexto de descoberta. Ademais, também não seria uma boa descrição da prática em questão, visto que não se enquadra no processo da descoberta analisada.

6 A sugestão da atuação da segunda lei da termodinâmica, relacionada à entropia, é nossa e não de Schweitzer. Introduzimos esta suposição generalista a respeito da atuação da segunda lei da termodinâmica, como forma de exemplificar diversos processos que poderiam ter contribuído para a destruição do colágeno.

modesta, uma associação filogenética entre dinossauros e aves modernas. Este tipo de constatação permite que venhamos a obter uma corroboração de um tipo de previsão outrora efetuada: terópodes e aves estão ligados filogeneticamente.

4. Resumo dos artigos de Mary Schweitzer e uma reconstrução preliminar com base na filosofia lakatosiana

O artigo de 2005 “Soft-Tissue Vessels and Cellular Preservation in *Tyrannosaurus rex*” trata de um espécime de tiranossauro, encontrado no Hell Creek Formation, que após uma desmineralização por ácido, revelou possuir alegados tecidos moles, vasos sanguíneos e possíveis microestruturas arredondadas e vermelhas (o que indica que poderiam ser remanescentes de células sanguíneas).

Inicialmente, os resultados foram interpretados como provenientes de origem estuária (um tipo de formação em que um rio mistura-se com o mar). Entretanto, a pesquisa de Schweitzer revelou que tais estruturas *parecem* ser realmente de origem biológica, do próprio dinossauro.

A preservação dos tecidos moles foi efetuada mantendo o espécime em arenito original em torno do fóssil. Em laboratório, a equipe de Schweitzer desmineralizou o fóssil com ácido. O resultado revelou um tecido com características não comuns a tecidos de um osso fóssil: encontrava-se vascularizado, possuía elasticidade e resiliência.

A partir deste ponto, a pesquisadora encontra tais estruturas de tecido mole e os relaciona com o tecido de um avestruz. Neste ponto, aparece uma clara sugestão de uma asserção que possa ser parte do *núcleo duro* do programa de pesquisa de Schweitzer.

A relação entre os tecidos do dinossauro e do avestruz, deve-se provavelmente a premissa evolucionista⁷ de que os terópodes são ancestrais das modernas aves. Nesta pesquisa de 2005, o importante achado de tecidos moles e vasos, pode ser comparado morfológicamente com os de avestruzes. É exatamente isso que a pesquisadora fez ao indicar um padrão comum nos vasos sanguíneos de um avestruz e do espécime MOR 1125. O trecho a seguir demonstra claramente este procedimento:

“Under scanning electron microscopy (SEM), features seen on the external surface of dinosaurian vessels are virtually indistinguishable from those seen in similarly prepared extant ostrich vessels, suggesting a common origin.” (SCHWEITZER et al, 2005, p. 1954).

Portanto, a pesquisadora aponta uma possibilidade de origem comum entre os avestruzes e os dinossauros, evidenciada pela morfologia destes tecidos, assim como o fato da

⁷ Premissa no qual Schweitzer e equipe possuem.

localização parecida entre os elementos encontrados de uma e outra espécie. Preliminarmente, isto estabelece um comprometimento com pressupostos evolucionistas, de ancestralidade comum entre espécies. Supomos que esses pressupostos são elementos do *núcleo duro* do PPC no qual, supostamente, a pesquisadora e sua equipe estão trabalhando⁸.

A seguir, a pesquisadora e equipe argumentam que a excelente condição de preservação de elementos neste espécime, é compatível com fósseis de origem mesozoica. Citam um pesquisador chamado Pawlicki, que teria demonstrado a possibilidade de obter vasos e osteócitos por uma técnica de corrosão e replicação, mas argumentam que eles revelaram que tecidos moles contidos no osso podem ser extraídos da matriz óssea, mantendo suas características de resiliência, flexibilidade e tridimensionalidade.

“Pawlicki was able to demonstrate osteocytes and vessels obtained from dinosaur bone using an etching and replication technique. However, we demonstrate the retention of pliable soft-tissue blood vessels with contents that are capable of being liberated from the bone matrix, while still retaining their flexibility, resilience, original hollow nature, and three-dimensionality” (SCHWEITZER et al, 2005 p. 1955).

Adiante, hipotetizam que esta preservação incomum pode ser devido tanto à densa mineralização do dinossauro, quanto a fatores indeterminados duma atividade geoquímica até então não conhecida. Surge, portanto, uma hipótese auxiliar para explicar o porquê deste dinossauro ter tecidos moles preservados, evitando a degenerescência do programa de Schweitzer. O fato destes tecidos estarem tão bem preservados é uma anomalia frente aos outros achados fósseis. Na terminologia de Lakatos, há uma alteração no cinturão protetor, sugerindo como pôde ocorrer tal preservação de tecidos moles.

“The unusual preservation of the originally organic matrix may be due in part to the dense mineralization of dinosaur bone, because a certain portion of the organic matrix within extant bone is intracrystalline and therefore extremely resistant to degradation. These factors, combined with as yet undetermined geochemical and environmental factors, presumably also contribute to the preservation of soft-tissue vessels. Because they have not been embedded or subjected to other chemical treatments, the cells and vessels are capable of being analyzed further for the persistence of molecular or other chemical

8 Na próxima seção, abordaremos a caracterização do núcleo duro do PPC em questão com mais ênfase.

information” (Ibidem).

Por fim, argumentam que descobrir o processo como esses tecidos moles foram preservados, ajuda a aprofundar o estudo tafonômico, que é o estudo dos processos de fossilização, e o processo microscópico das interações bioquímicas e, além disso, aprofundar o estudo filogenético entre espécies. Neste ponto há sugestões da atuação de heurísticas no PPC de Schweitzer. Por um lado, esta “sugestão” parece indicar-nos uma heurística negativa atuando para proteger um núcleo duro (pressupostos evolucionistas de que espécies surgem de outras espécies por meio de seleções adaptativas); por outro lado, pode existir uma heurística positiva atuando, no sentido de *melhorar o modo de extrair fósseis*. Ocorrem, ainda, alterações no cinturão protetor com a hipótese da durabilidade de tecidos moles em fósseis.

No artigo de 2007, Schweitzer e equipe efetuaram algumas análises no espécime de tiranossauro rex MOR 1125. Tais análises indicaram a presença do colágeno tipo I, que é mais frequente em tendões e articulações, em uma baixa concentração. Usaram métodos de espectrometria de massa e reação de anticorpos específicos ao colágeno. Além disso, sugeriram um mecanismo para a preservação desta proteína (hipotetizando sobre o fenômeno da persistência desta proteína no espécime citado) e argumentando que a correlação entre esta proteína e a de outras espécies (no caso aviárias) pode *validar* hipóteses filogenéticas como a de que aves e terópodes possuem um mesmo ancestral comum. Novamente, como no artigo de 2005, estas práticas sugerem alterações no cinturão protetor do PPC de Schweitzer.

A equipe inicia o artigo afirmando que por muito tempo o processo de fossilização era assumido como resultado da destruição de todos os componentes orgânicos de um organismo por uma mineralização. Mas a descoberta, descrita no artigo de 2005, supracitado, teria revelado a presença de proteínas no fóssil MOR 1125.

Remetem ao artigo de 2005, afirmando que a desmineralização revelou a presença de proteínas endógenas (no caso o colágeno), tecidos moles e estruturas parecidas com células e vasos sanguíneos e que a análise química revelou que este espécime possui colágeno do tipo I. Posteriormente, no artigo de 2007, verificaram que o colágeno extraído era similar ao de galinha, pois havia reagido com anticorpos de colágeno do tipo I de galinhas e de outros anticorpos de colágeno aviário.

Com a espectrometria de massa encontraram uma proporção de colágeno parecida.

“The Gly:Ala ratio for published chicken collagen a1 type

1 sequence is 2.5:1. The TOF-SIMS results show that the Gly:Ala ratio in medullary bone of MOR 1125 is 2.6:1 ” (SCHWEITZER et al, 2007, p.279).

Portanto, o PPC de Schweitzer associa o tiranossauro a um parente de aves, além de contribuir para aperfeiçoar as técnicas do estudo fóssil.

Neste artigo (2007), os autores também propõem um suposto mecanismo que poderia ter ajudado a preservar tais proteínas num fóssil como o MOR 1125. Interpretamos esta proposta como a inclusão de novas hipóteses auxiliares no cinturão de proteção do PPC.

Os autores propõem, por exemplo, que íons de ferro associados a matriz óssea do dinossauro poderiam ter agido formando radicais que teriam preservado o colágeno com a presença de apatita⁹. Portanto, sugerem fatores que possibilitariam a preservação destas proteínas. Esta hipótese pode ser, também, vista como uma alteração no cinturão protetor.

Terminam o artigo informando que a existência de tecidos moles contidos num fóssil não era predita em fósseis com mais de um milhão de anos, mas que a descoberta possibilitou determinar, além do processo de fossilização, relações entre espécies.

9 Mineral incluída no grupo dos fosfatos.

5. O Programa de Pesquisa de Mary Schweitzer

5.1 Identificação do núcleo duro

Este capítulo visa justamente caracterizar o núcleo duro do PPC de Schweitzer, visto que a hipótese de trabalho preliminar precisa ser aprofundada. É preciso encontrar pressupostos que tenham o caráter de uma metafísica, no sentido popperiano do termo.

Vimos, anteriormente, que o núcleo duro é, sinteticamente, uma série de asserções de cunho metafísico que norteiam programas de pesquisa científica. Também vimos que o núcleo duro é protegido por um cinturão protetor, este último podendo ser modificado.

Entretanto, faz-se necessário explicitar o que é um pressuposto metafísico: são *imagens de natureza* ou tomadas filosóficas que um pesquisador possui e que orientam sua conduta e sua pesquisa.

“Imagens de natureza são ontologias assistemáticas e tácitas que condicionam a atividade científica e outras práticas sociais, incluindo a educacional. As imagens de natureza fixam os constituintes que são considerados últimos ou essenciais da realidade, suas modalidades de interação, bem como os processos fundamentais dos quais participam.” (ABRANTES, 2006, p.1).

Estes pressupostos metafísicos não são passíveis de falseamento, nos termos em que uma teoria científica poderia, popperianamente, ser. Desta forma, quando estabelecemos que o núcleo duro é composto de pressupostos metafísicos, estamos afirmando de uma perspectiva popperiana. São modos de se encarar como é a natureza.

Um PPC pode ter uma heurísticas positiva e uma negativa. A positiva orienta os pesquisadores a produzirem *hipóteses auxiliares*, conforme os pressupostos estabelecidos no núcleo duro. Enquanto as negativas alteram o cinturão protetor, do núcleo duro, visto que o protegem de anomalias enfrentada pelas pressões teóricas do programa.

A análise do núcleo duro do PPC de Schweitzer deverá apontar termos gerais que poderiam ser tomados como orientadores numa pesquisa científica, ou ainda que sejam relacionados com a imagem de natureza estabelecida.

No geral, a pesquisa se orienta por pressupostos relacionados ao evolucionismo. Portanto, pressupostos metafísicos ligados ao evolucionismo (darwinista) estão presentes no

núcleo do PPC.

Como a atual teoria da evolução de Darwin é uma teoria científica amplamente aceita podemos então retirar da mesma pontos orientadores. Este esclarecimento nos dará pistas para verificar, junto ao texto abordado das pesquisas de Schweitzer, se estes são, ou não orientadores de sua pesquisa.

O primeiro passo é identificar pontos principais, *metafísicos* e *ontológicos*, no evolucionismo que poderiam estar incorporados ao PPC de Schwitzer.

Podemos, em princípio, pressupor que no evolucionismo há um pensamento de cunho populacional, ou, no máximo, um pensamento que preserva o tipo como algo contingencial e o considera histórico, tornando uma visão populacional – que não há de esvaziar todo o conceito de tipo (Andrade e Bohórquez), embora tenha o enfoque populacional.

“Poderíamos resumir a postura de Mayr e Sober dizendo que, para eles, a grande feito de Darwin foi erradicar o pensamento tipológico da biologia evolutiva, que trata de essências inexistentes, impondo um modo mais acertado de entender a realidade biológica, que consiste em populações compostas por indivíduos não similares (apresentando diversidade). Por essa razão, ao pensamento populacional, **a nova forma de fazer biologia evolutiva deve ser estatística (...)**”[Grifos nossos] (ANDRADE & BOHÓRQUEZ, 2011, p.148).

Andrade e Bohórquez acrescentam em resposta ao posicionamento de Mayr e Sober,

“O pensamento populacional não acabou com o pensamento tipológico. Ambas as aproximações têm algo de verdade: existem tipos contingentes e não essências platônicas e, além disso, as variações dos indivíduos na população são fundamentais para a evolução” (Ibidem).

Este pensamento populacional, entendido por Sober e Mayr como completamente antagônico ao pensamento de tipo (essencialista), é importante para se considerar como portador de um pressuposto metafísico, que possa ser candidato a núcleo duro do PPC de Schweitzer.

Desta forma, num pensamento populacional, a metafísica envolvida é justamente a negação de essências, a caracterização da realidade da variação e a importância de um

processo histórico na formação das espécies com base no mecanismo de seleção natural.

Sendo a visão darwinista oposta a uma visão essencialista então devemos considerar que o posicionamento darwinista que não é real a existência de essências últimas, como haveria de ser no legado ontológico platônico/aristotélico). É assim, por definição, uma *imagem de natureza*. Aponto esta imagem, que possui um componente ontológico, como o *núcleo duro* do programa, ou parte dele.

Este é um pressuposto que orienta toda uma série de teorias postas em um programa. E como uma *imagem de natureza*, ela não é necessariamente submetida ao teste, como uma teoria, mas orienta a pesquisa, sugerindo hipóteses e teorias que possam ser confrontadas com a experiência.

Nos seus artigos encontramos o seguinte (o que nos leva a supor que este ponto seja um dos componentes do núcleo duro da pesquisa de Mary Schweitzer):

“Vessels similar in diameter and texture were recovered from extant ostrich bone, when demineralization was followed by digestion with collagenase enzyme to remove densely fibrous collagen matrix” (SCHWEITZER et al, 2005, p. 1954).

Ou ainda:

“Aldehyde-fixed dinosaur vessels are virtually identical in overall morphology to similarly prepared ostrich vessels, and structures consistent with remnants of nuclei from the original endothelial cells are visible on the exterior of both dinosaur and ostrich specimens ” (Idem)

Nestes trechos acima há uma comparação entre supostos vasos encontrados e sua semelhança morfológica com células e vasos de avestruzes. Isto supõe uma tese filogenética.

Estes pontos corroboram a suposição de um posicionamento historicista em relação à multiplicidade de espécies. Portanto, há uma *imagem* que induz a buscar pelas pressões seletivas que explicam a evolução das espécies em tela. Este é um ponto de *cunho metafísico* compartilhado por Schweitzer em sua pesquisa. Isto é evidente quando notamos os correlatos filogenéticos como expostos abaixo (no artigo de 2007):

“Dinosaur protein sequence, including collagen, **should be most similar to that of birds among extant taxa, according to other phylogenetic information.** The hypothesis that molecular fragments of original proteins

are preserved in the mineralized matrix of bony elements of MOR 1125 is supported by peptide sequences recovered from dinosaur extracts, **some of which align uniquely with chicken collagen a1 type I**" (SCHWEITZER et al, 2007, p. 279). [Grifos nossos]

Ainda podemos destacar o trecho a seguir, que complementa a importância deste estudo para *estabelecer as relações entre dinossauros e aves*:

"The data presented here illustrate the value of a multidisciplinary approach to the characterization of very old fossil material and validate sequence data reported elsewhere. The inclusion of fossil-derived molecular sequences into existing phylogenies may provide greater resolution and may allow reconstruction of character evolution beyond what is currently possible. Elucidating modifications to ancient molecules may shed light on patterns of degradation and diagenesis. The presence of original molecular components is not predicted for fossils older than a million years, and the discovery of collagen in this well preserved dinosaur supports the use of actualistic conditions to formulate molecular degradation rates and models, rather than relying on theoretical or experimental extrapolations derived from conditions that do not occur in nature." (Idem, p. 280).

Nestes trechos, notamos claramente que uma visão evolucionista, presente no PPC de Schweitzer, possui uma ideia de organização filogenética entre espécies (tipos contingentes, não essencialistas) e antepassados. Isto evidencia um pensamento populacional associado a um mecanismo de seleção natural. Este posicionamento é notoriamente evolucionista, pois enquadra tais mudanças, expostas a pressões ambientais, como geradora de espécies. Desta forma, as variações são reais segundo uma *imagem* orientadora do PPC e não as essências.

Portanto, se a pesquisa de Schweitzer estiver correta, corrobora a visão, no qual espécies distintas podem ter ancestrais comuns. Em especial, na pesquisa de 2007 estaria evidenciado que aves teriam parentesco com dinossauros, sendo estes últimos seus ancestrais. Isto reflete um *modo* de pensar, no qual este parentesco poderia ser exposto graficamente com a imagem de uma árvore filogenética.

Se é correto afirmar que o PPC em que Schweitzer trabalha possui em seu *núcleo duro* teses evolucionistas (estabelecendo um pensamento populacional ou de tipo contingencial como parte de uma heurística atuante) é plausível, então, também assumir que

está presente no núcleo duro uma *visão* funcionalista.

Na visão funcionalista, determinadas modificações nas populações (consideradas reais pelo pensador populacional) que ocorrem devido a mutações (aleatórias) nas quais podem ou não sobreviver às pressões ambientais, podem estar relacionadas a alterações de *funções* em uma determinada parte do organismo.

Enfim, dentre todos estes pontos abordados como componentes do núcleo duro do PPC do trabalho de Schweitzer, podemos concluir que estão interligados num pensamento, numa *imagem* de mundo, cujos seres são mutáveis (portanto, oposto a um fixismo essencialista) e as variações numa população são coisas reais e alteram o funcionamento de suas partes (ao longo de várias gerações) em um processo histórico; o que assume tipos contingenciais devido ao caráter histórico de alterações adquiridas ou suprimidas.

Assim, o núcleo duro seria composto de uma ontologia que está presente no pensamento populacional (ou ainda, num pensamento tipológico sem a noção essencialista). Encarando o pensamento populacional como um conjunto de *ideias* tanto de cunho metodológico, quanto também de metafísico, podemos extrair deste pensamento pontos metafísicos que suponhamos ser o núcleo duro do PPC de Schweitzer.

Desta forma, avaliamos o núcleo duro, ou parte dele, como uma visão ontológica que nega essências fixas e supõem filogenias. Embora estes pontos não sejam exclusivos de uma biologia evolutiva darwinista, está bem presente na mesma, juntamente com a ideia fundamental de que as variações adaptativas são transmitidas por meio de processos de herança. Em outras palavras, a PPC de Schweitzer se atém às ideias de um não-fixismo, de adaptações selecionadas pelo ambiente (e não ocasionadas pelo ambiente, como poderia ocorrer num evolucionismo lamarckista) e aposta na possibilidade de classificações entre as espécies, dispostas historicamente.

Entretanto, surge a necessidade de refinar o núcleo duro da pesquisa de Schweitzer e equipe, visto que esse trabalho, embora dentro do escopo da biologia evolutiva, contém traços específicos acerca do estudo tafonômico e bioquímico.

Portanto, apesar destes artigos estarem perfeitamente dentro de padrões genéricos de um PPC com caráter evolucionista (darwinista), podemos apontar características que o tornam singular em seu desenvolvimento.

Desta forma, parece haver um subprograma atuante. É possível que este subprograma seja apenas uma especificação do trabalho de Schweitzer e equipe, dentro de um

programa maior (evolucionista-darwinista). Desta forma, o progresso neste subprograma estaria incluso no PPC já citado.

Em resumo, no artigo de 2005 encontramos estruturas que são similares a tecidos moles, e como a extração foi diferenciada, existe a possibilidade destas descobertas serem tecidos preservados do próprio dinossauro.

Estes tecidos possuem aparentes osteócitos que são similares, em sua morfologia a preparados de avestruzes.

Na conclusão do artigo de 2005, temos elementos do núcleo duro em questão:

“If so, in addition to providing independent means of testing phylogenetic hypotheses about dinosaurs, applying molecular and analytical methods to well-preserved dinosaur specimens has important implications for elucidating preservational microenvironments and will contribute to our understanding of biogeochemical interactions at the microscopic and molecular levels that lead to fossilization. ” (SCHWEITZER et al, 2005, p. 1955).

No artigo de 2007, os autores afirmam que uma baixa conservação de colágeno tipo I foi encontrado no referido espécime de T-rex¹⁰ e foi feita uma comparação entre este colágeno com o de galinhas, através de análise imunoquímica (anticorpos que reagem ao colágeno de galinhas).

Desta forma, ao tentar refinar a noção de PPC para descrever a pesquisa particular executada por Schweitzer e equipe, temos algum tipo de subprograma que aceita os pressupostos do PPC evolucionista darwinista e, além disso, aceita que fósseis trazem informações histológicas de dinossauros.

Assim, podemos esquematizar que o núcleo duro deste programa é composto pelas seguintes asserções de caráter mais restrito:

- Fósseis foram animais que viveram em épocas remotas. E tais fósseis são estruturas que preservam algum tipo de informação do passado.
- Existem relações filogenéticas entre aves e dinossauros.
- A presença de uma proteína endógena pode “validar” (corroborar) tais relações filogenéticas.
- As variações entre populações são reais.

10 A suspeita de colágeno foi efetuada estudando traços presentes da proteína, através de espectrometria de massa.

- Existem pressões seletivas, causadas pelo ambiente, que podem selecionar características em populações.

5.2 Identificação do cinturão protetor do PPC de Schweitzer

Nesta seção iremos apontar hipóteses que compõem o *cinturão protetor* do programa (mais especificamente do que chamamos de subprograma na seção anterior).

Ao longo do artigo de 2005, podemos notar uma série de candidatos a hipóteses ou teorias auxiliares utilizadas no programa em questão:

A asserção, contida no núcleo duro deste programa, de que “fósseis representam animais que viveram em épocas remotas” e “que tais fósseis são estruturas que preservam algum tipo de informação do passado dos animais que representam” requer que o programa utilize teorias e hipóteses auxiliares no tocante aos processos tafonômicos e de fossilização.

Figuram neste ponto hipóteses e teorias que estão relacionados à mineralização de componentes orgânicos, teorias acerca de fenômenos que ocorreram com tal espécime e como pode ter ocorrido a bioquímica deste processo de fossilização.

As hipóteses auxiliares acerca da desmineralização estão relacionados a um procedimento metodológico aplicado no estudo do dinossauro T. Rex MOR 1125: os autores conhecem os processos químicos envolvidos no procedimento de desmineralização e isso envolve portanto hipóteses de como pode-se executar o isolamento de tecidos moles¹¹.

Quando, no artigo de 2005, o material de tecido mole é isolado, após desmineralização, a equipe aponta para possíveis vasos sanguíneos e populações de estruturas parecidas com células sanguíneas.

“Removal of the mineral phase left a flexible vascular tissue that demonstrated great elasticity and resilience upon manipulation. In some cases, repeated stretching was possible (...), and small pieces of this demineralized bone tissue could undergo repeated dehydration-rehydration cycles (...) and still retain this elastic character. Demineralization also revealed that some regions of the bone were highly fibrous.” (SCHWEITZER et al, 2005, p. 1954).

Os pesquisadores assumem que estas estruturas são similares a células e vasos sanguíneos, o que é a proposição de uma hipótese que está de acordo com o núcleo duro. E mais: tal hipótese não apenas diz acerca de informações que podemos ter do passado (de um ser já extinto) em relação a tecidos mais duros, como também sugere que é possível que estes tecidos encontrados sejam tecidos moles. Também é possível que tenham como

11 Estas hipóteses também estão relacionadas a uma heurística do programa, como veremos na próxima seção,

premissa hipotética que *tecidos moles se comportam desta forma* (são resilientes, fibrosos, elásticos etc).

Se pensarmos um programa de pesquisa no panorama *paleontológico*, podemos imaginar um programa hipotético que possui uma hipótese auxiliar no qual tecidos moles não podem ser preservados, devido às hipóteses e teorias auxiliares de como funciona a bioquímica de tecidos moles ao serem mineralizadas.

Se compararmos este PPC hipotético ao PPC que Schweitzer e equipe participam, notamos que, devido ao fato de estarem numa pesquisa que possui cunho paleontológico, devem possuir esta hipótese auxiliar (ou deveriam ter possuído em algum momento). Claramente ela deve ter sido modificada para que a hipótese atual de que “tecidos moles podem ser preservados, devido a uma química desconhecida” possa ser usada e tais elementos encontrados sejam de fato considerados como tecidos moles.

Pesquisadores em programas concorrentes, claramente não aceitam esta hipótese acerca de tecidos moles preservados por algum tipo de processo químico.

Podemos encontrar no artigo de Hecht (2011), já mencionado, referências à descrença de vários outros pesquisadores na existência destes achados serem tecidos moles. Hecht citou o artigo de Tom Kaye (2008) como uma contra-argumentação aos achados como apenas resultados de biofilmes.

A citação abaixo (já utilizada na seção sobre o núcleo duro) não somente evidencia o pressuposto do núcleo duro (de cunho evolucionista), mas também a hipótese de que a morfologia de tais estruturas se assemelha a uma determinada morfologia celular, portanto isto *deveria* corroborar a interpretação segundo a qual estas estruturas são vasos e células remanescentes do dinossauro:

“Vessels similar in diameter and texture were recovered from extant ostrich bone, when demineralization was followed by digestion with collagenase enzyme to remove densely fibrous collagen matrix” (SCHWEITZER et al, 2005, p.1954).

Outro trecho que poderia apontar tais hipóteses morfo-citológicas (alinhadas ao núcleo duro evolucionista):

“The vessels branch in a pattern consistent with extant vessels, and many bifurcation points are visible (...). Many of the dinosaur vessels contain small round microstructures that vary from deep red to dark brown

(...). The vessels and contents are similar in all respects to blood vessels recovered from extant ostrich bone” (Idem).

Ao longo do artigo (publicado em 2005) podemos explicitar hipóteses acerca do funcionamento da microscopia eletrônica, pois fazem uso do equipamento para encontrar os padrões e texturas nos supostos tecidos moles encontrados.

No final deste artigo, os autores ainda fazem uso de hipóteses auxiliares acerca da boa conservação de fósseis no período Cretáceo e Mesozoico; atribuindo isto como parte argumentativa da preservação dos tecidos moles. Citam o pesquisador *Pawlick* que obteve a demonstração de como obter osteócitos e vasos em ossos de dinossauro (mas complementam que no caso de MOR 1125 estes tecidos ainda possuem elasticidade e resiliência).

Travam, por fim, argumentações de uma geoquímica ainda indeterminada para que tais tecidos pudessem ser preservados, com base em uma densa mineralização. Esta é uma hipótese possivelmente adicionada para resolver a anomalia da existência dos tecidos moles.

“The unusual preservation of the originally organic matrix may be due in part to the dense mineralization of dinosaur bone, because a certain portion of the organic matrix within extant bone is intracrystalline and therefore extremely resistant to degradation. These factors, combined with as yet undetermined geochemical and environmental factors, presumably also contribute to the preservation of soft-tissue vessels ” (SCHWEITZER et al, 2005, p. 1955).

Afirmam que, com os mesmos métodos utilizados neste fóssil, conseguiram extrair tecidos moles de dois tiranossauros e um hadrossauro.

Concluem, afirmando que estes procedimentos podem ajudar a investigação tafonômica, modelando processos e criando hipóteses de como funciona o processo macro e micromolecular na tafonomia e ajudando a estabelecer este processo em outras espécies, evidenciando o mecanismo químico então desconhecido.

Sugerem, ainda, a possibilidade de fazer análises nos tecidos e (possíveis) proteínas ali contidas para testar hipóteses filogenéticas (evolucionistas) e na compreensão dos processos biogeoquímicos da fossilização (todos de acordo com o núcleo duro).

No artigo de 2007, assim como no artigo de 2005, discutem sobre a possibilidade de se trabalhar com proteínas encontrados no espécime MOR 1125, e temos a consolidação

deste tipo de pesquisa. Neste último artigo, os autores isolam uma proteína endógena (colágeno) em uma pequena proporção e a estudam, estabelecendo a similaridade com colágeno de aves.

Há também uma proposta mais clara de um mecanismo químico que supostamente contribuiu para a preservação do colágeno. Desta feita, muitas das hipóteses e teorias auxiliares desde o artigo de 2005 estão presentes no artigo de 2007 analisado. Uma delas é a hipótese de que deva existir um mecanismo químico para a preservação de tecidos moles e colágeno. Esta hipótese é a alteração de outras hipóteses acerca de como ocorre a fossilização – e esta alteração faz-se através de uma heurística positiva, que vamos analisar no próximo capítulo.

“(…) the discovery of intact structures retaining original transparency, flexibility, and other characteristics in specimens dating at least to the Cretaceous suggested that, under certain conditions, remnant organic constituents may persist across geological time.” (SCHWEITZER et al, 2007, p. 277)

Hipóteses e teorias acerca da possibilidade da aplicação de desmineralização, estão presentes no artigo nos primeiros parágrafos da página 277.

A aplicação de técnicas para isolamento do colágeno, além de demonstrarem atuação de uma heurística, também demonstram que estão alinhados a hipóteses e teorias bioquímicas a respeito da constituição do colágeno.

“We present molecular and chemical analyses of tissues remaining after partial demineralization of the left and right femora and associated medullary bone (12) that would, in extant bone, represent the extracellular matrix (osteoid) dominated by collagen I. Because of its ordered structure as a triple helix, collagen I has unique characteristics that are highly conserved across taxa, making validation of its presence relatively straightforward. The molecular composition of collagen incorporates glycine, the smallest amino acid, at every helical turn. Therefore, an amino acid profile of collagen results in ~33% glycine content. This molecular structure also results in packing of microfibrils with a banded repeat of ~70 nm ” (Idem).

Os autores sugerem que os fragmentos desmineralizados são parecidos com o de um espécime aviário do cretáceo.

Mesmo enfrentando algumas problemáticas metodológicas ao utilizarem

microscopia eletrônica, os autores afirmam que puderam obter informações a respeito do suposto colágeno.

“It is not possible to determine this conclusively because of the similarity in structure between hydroxylapatite and fluorapatite; however, the observed diffraction circle intensities are most consistent with hydroxylapatite. This finding suggests that the bone mineral is virtually unchanged from the living state and has undergone little if any alteration.” (SCHWEITZER et al, 2007, p.278)

Em seguida, aplicam anticorpos que reagem com certos tipos de colágeno presentes em aves (galinhas) e obtêm uma resposta positiva em relação ao comportamento de tais anticorpos. Este procedimento revela uma heurística atuante, mas também é aliada com a noção de que possuem, no arcabouço do PPC em questão, hipóteses imunorreativas, além de hipóteses biológicas de como proteínas endógenas podem fornecer informações a respeito de um organismo. Estas hipóteses estão ligadas com a asserção (do núcleo duro) de que fósseis podem preservar informações de organismos já mortos. Também estão de acordo com a asserção do núcleo duro evolucionista que postula ancestrais comuns.

A utilização de métodos como a espectrometria de massa revela também o aceite de hipóteses e teorias físico-químicas a respeito da constituição de materiais e do funcionamento deste tipo de técnica.

Apesar do colágeno já ser considerado uma proteína durável e resistente, há uma hipótese bioquímica implícita que, por mais que exista tal durabilidade, o colágeno não deveria estar presente em tais fósseis; obviamente esta é uma hipótese alterada no cinturão protetor¹².

Um dos pontos altos sobre a questão de alteração de hipóteses ou teorias auxiliares no cinturão protetor é justamente esta alteração da hipótese da persistência do colágeno. Os próprios autores dizem:

“The presence of original molecular components is not predicted for fossils older than a million years , and the discovery of collagen in this wellpreserved dinosaur supports the use of actualistic conditions to formulate molecular degradation rates and models, rather than

12 Parte desta hipótese auxiliar sugere que o colágeno, embora durável e resistente, não deva ser encontrado em fósseis. Esta hipótese está ligada (presumo) a uma imagem de ciência indutivista, no qual a falta de tais proteínas em muitos outros espécimes catalogados anteriormente não autorizam o aceite de observações acerca de resquícios de colágeno. Sendo o achado de Schweitzer e equipe realmente o colágeno, tal hipótese deve ser modificada, sem prejuízo para o núcleo duro do PPC.

relying on theoretical or experimental extrapolations derived from conditions that do not occur in nature. ” (Idem).

Assim, a alteração desta hipótese, carrega consigo a proposta de um outro conjunto de hipóteses na qual a preservação pode estar ligada a íons de ferro que juntamente com a matriz óssea do dinossauro teriam formado radicais. Tais radicais desempenharam a função de preservar o colágeno na presença de apatita.

“We hypothesize that these molecular fragments are preserved because reactive sites on the original protein molecules became irreversibly cross-linked, both to similar molecules and to mineral or exogenous organic components ” (SCHWEITZER et al, 2007, pp. 279-280).

Em relação à hipótese de que este colágeno é similar ao de galinhas, além de remeter ao núcleo duro do PPC, trata-se de uma hipótese auxiliar no cinturão protetor.

Desta forma, interpreto que quando os autores comparam o colágeno encontrado com o de galinhas, não apenas reafirmam o núcleo duro, mas também reafirmam que, pelo fato dos colágeno de galinhas ser similar ao material encontrado no espécime é uma argumentação que endossa que o material encontrado é de fato colágeno.

“The hypothesis that molecular fragments of original proteins are preserved in the mineralized matrix of bony elements of MOR 1125 is supported by peptide sequences recovered from dinosaur extracts, some of which align uniquely with chicken collagen a1 type 1 ” (SCHWEITZER et al, pp. 278-279).

5.3 Identificação das heurísticas atuantes

Como já identificamos o cinturão protetor no PPC de Schweitzer e equipe, então torna-se necessário apontar a atuação das heurísticas positiva e negativa.

Primeiramente faremos a exposição de elementos das heurísticas atuantes no artigo publicado em 2005 e, em seguida, daqueles que evidenciamos no artigo de 2007.

Sugerimos, em outra seção, que o núcleo duro do programa analisado possui as seguintes asserções:

- 1) Fósseis representam animais que viveram em épocas remotas. E tais fósseis são estruturas que preservam algum tipo de informação do passado.
- 2) Existem relações filogenéticas entre aves e dinossauros.
- 3) A presença de uma proteína endógena pode “validar” (corroborar) tais relações filogenéticas.

Desta forma a heurística negativa, como anteriormente exposto, deverá proteger tais asserções.

Quando Hecht afirma que Tom Kaye sugere que o achado de Schweitzer e equipe (em relação aos tecidos moles) é, possivelmente, a ação de biofilmes bacterianos, Schweitzer prontamente responde que micróbios não produzem colágeno (Cf. Hecht, 2011, p.44). Claramente este posicionamento é devido a atuação de uma heurística negativa, pois poderia ferir a asserção de número “1” acima. Se a hipótese de biofilme estiver correta, a interpretação dada pela equipe de Schweitzer não passaria de uma contaminação e as informações obtidas não seriam da histologia do animal, mas sim de um processo bacteriano.

Quando analisamos as propostas dos autores, presentes na conclusão do artigo publicado em 2005, acerca da necessidade de formular (modelar) os processos envolvidos na preservação de tecidos moles, podemos interpretar que são provenientes de uma heurística negativa; evitando que refutem o núcleo duro. Desta forma, a sugestão de criar novas hipóteses sobre os processos de fossilização, evitam que "1" seja falseada, através atuação de uma heurística negativa.

Da mesma forma, quando a equipe assume que as estruturas encontradas são similares a células e vasos sanguíneos, é possível ver a atuação da heurística positiva em relação às asserções "1" e "2" do núcleo duro, pois, ao considerar a similaridade, propõe-se uma hipótese que pode ser abandonada. Entretanto, seu falseamento não afetará as asserções

do núcleo duro. Por exemplo: se for comprovado que a similitude não é real, isso não afirma que as asserções "1" e "2" sejam falsas, mas apenas a hipótese de similitude.

A hipótese de que tecidos moles podem ser preservados (conforme levantamento executado no capítulo anterior desta dissertação) corresponde à alteração de uma hipótese existente em programas de cunho paleontológico e tafonômico, no qual tecidos moles devem sucumbir ao tempo e à mineralização. Esta alteração de uma hipótese auxiliar, deve atribuir-se à atuação da heurística negativa, pois caso tecidos moles devam sucumbir ao tempo e à mineralização, então estes encontrados deveriam ser algum tipo de contaminação e não seriam informações acerca do animal fossilizado; ou poderiam ser do animal fossilizado e, assim, o tempo estimado do animal morto seria incompatível com hipóteses evolutivas (embora esta última alternativa seja improvável, pois deveria estar vinculada a problemas de datação do fóssil, o que não é o caso). Se assim fosse, seria suficiente para contrariar a asserção "1" do núcleo duro deste programa ou poderia ser utilizada como forma (não suficiente) de contrariar a asserção "2", se, e somente se, outras hipóteses evolutivas também fracassassem.

A suposição dos autores no artigo de 2005, no qual tais tecidos moles podem ajudar a testar hipóteses filogenéticas a partir de análises em tais tecidos e possíveis proteínas, indica a atuação da heurística positiva. Os achados nos fósseis, somados às hipóteses de que possuem tecidos moles e colágeno, seriam formas importantes de estabelecer novas hipóteses que estariam em conformidade com as asserções do núcleo duro.

O isolamento de colágeno, mesmo em uma escala pequena (como descrito no artigo de 2007), demonstra a atuação de uma heurística positiva. Esta heurística positiva orientou a criação de novos métodos de análise baseados em hipóteses refutáveis. Por exemplo: quando a equipe sugeriu que estes tecidos e proteínas encontrados sejam analisados, foi uma atuação da heurística positiva que também *deve* ter gerado várias hipóteses como "é possível que este colágeno reaja com anticorpos de colágeno de aves...". A orientação em trabalhar com estes achados (tecidos moles e possíveis proteínas) e formular as hipóteses geradas, indica a atuação da heurística positiva.

Entretanto, ao encontrar colágeno, algumas hipóteses de cunho bioquímico, como a persistência do colágeno em fósseis, sofreu uma alteração: embora o colágeno seja assumido como uma proteína resistente, não era provável, pelo fato de outros fósseis anteriores a este não terem em si tal proteína ou tecidos preservados. Assim, houve a alteração de uma hipótese

bioquímica, sugerindo uma heurística negativa atuante, relacionada com as asserções "1" e "2" do núcleo duro, pois poderia ser ponto conflitante com a noção de um fóssil que preserve informações de um animal morto (se fosse o caso de uma contaminação). Por exemplo: caso a proteína achada realmente seja colágeno, juntamente com problemas nas hipóteses de datação (se houvesse), então seria um ponto conflitante com a asserção "2".

Desta forma, a preservação de colágeno, hipotetizada como fruto de mecanismos biogeoquímicos relacionados com a presença de apatita e íons de ferro, indica a atuação de uma heurística negativa. É possível notar portanto, uma dinâmica entre os dois tipos de heurísticas.

Os métodos utilizados na análise do colágeno descoberto são resultado de uma heurística positiva e a proposta dos métodos utilizados estão plenamente de acordo com as três asserções do núcleo duro que evidenciamos nesta dissertação.

Desta forma, a análise de imunorreação e de espectrometria de massa, aplicados ao estudo publicado em 2007, são frutos da atuação da heurística positiva, enquanto as propostas de possíveis agentes biogeoquímicos são reflexo de uma heurística negativa.

6. Conclusões

Os dois artigos analisados nesta dissertação demonstram importantes características da pesquisa desenvolvida por Mary Schweitzer e sua equipe. Orientamos estas características na filosofia geral da ciência de Imre Lakatos, e procuramos descrever nessas bases o programa de pesquisa atuante, bem como os detalhes de tal programa.

Obviamente, como estabelecemos desde o início, a análise da prática científica destes pesquisadores nos moldes lakatosianos não foi feita com a pretensão de exaurir todas as possibilidades de descrição de tal prática, mas apenas como uma possibilidade de aplicação dessa filosofia da ciência.

Neste sentido fizemos um trabalho em que a filosofia lakatosiana se mostrou reveladora, de como esta prática funciona. Não a encaramos como a única forma de categorizar ou reconstruir seu funcionamento, embora a análise aqui desenvolvida tenha como um dos objetivos testar a possibilidade do arcabouço lakatosiano ser adequado para esta descrição.

Com base nestes pressupostos, esta dissertação sugeriu algumas conclusões.

Primeiramente, a filosofia lakatosiana pôde ser aplicada a esta prática específica de biologia evolutiva. Entretanto, encontramos alguns problemas: ao estabelecer o núcleo duro do programa de pesquisa o evidenciamos, primariamente, como pertencente a um programa evolucionista, mas esta descrição não era suficiente para a descrição da prática em questão, pois havia outras características da pesquisa que estão além de uma caracterização genérica de um programa evolucionista. De fato, o programa estabelecido é evolucionista, mas como argumentamos, sua atuação parece ser um subprograma dentro do grande programa de evolucionismo darwinista. Mostramos que a pesquisa de Schweitzer e equipe está também relacionada a um programa mais restrito de cunho tafonômico e paleontológico.

Desta forma, um dos primeiros problemas foi situar este programa, como um subprograma evolucionista, com características peculiares.

Este suposto "subprograma" é parte de todo um programa evolucionista; porém, afirmar que é apenas evolucionista não é descrever com exatidão o trabalho desenvolvido por Schweitzer e equipe. Assim, este programa deve ter características ao mesmo tempo de um programa evolucionista, tafonômico e paleontológico.

Desta feita, esquematizamos o núcleo duro deste programa na seção 5.1.

Em seguida, verificamos a composição do cinturão protetor (com suas hipóteses auxiliares) e por fim, levantamos as atuações das heurísticas positiva e negativa do programa. Ao desenvolver esta última etapa, ficou clara uma dialética entre as heurísticas atuantes, e isso deixou-nos em dúvida se estas categorizações podem exaurir, de fato, heurísticas existentes na prática em tela.

Portanto, com este retrato lakatosiano desta prática científica, concluimos que a filosofia lakatosiana pode ser aplicada à prática biológica com cunho evolutivo-darwinista e paleontológico, desde que limitações ou dificuldades no processo sejam evidenciadas e anotadas. Assim, deve ser considerado como um retrato verossimilhante, e que não pretende exaurir o tema.

Com esta conclusão, vemos que a prática analisada parece bem mais fluida e que, ao ser enquadrada dentro da filosofia lakatosiana, podemos restringir a riqueza de seu real funcionamento.

Porém, isto não significa que a filosofia lakatosiana seja inadequada para descrever uma imagem satisfatória de tal prática. Pelo contrário, pareceu capturar bem o funcionamento, embora não deva ser considerada como a única forma de descrição. No entanto, entre a descrição popperiana e kuhniana, a proposta por Lakatos pareceu ser mais rica, mesmo restringindo parte da fluidez de tal prática.

De certa forma, encaramos esses problemas como o reflexo de que a filosofia geral da ciência pode não corresponder com exatidão às especificidades das ciências, necessitando assim ser complementada com filosofias especiais para as descrições de práticas específicas, como a de Schweitzer em biologia evolutiva.

7. Referências Bibliográficas

ABRANTES, P. et al (Org). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre. Artes Médicas (2011).

_____, Imagens de natureza, de ciência, e educação: o caso da revolução francesa In: Stein & Kuiava, E. (Org). *Linguagem, ciência e valores: sobre as interpretações humanas do mundo*. EDUCS. Caxias do Sul (2006).

_____, *A metodologia de programas de pesquisa científica*. Não publicado.

ANDRADE, E; BOHÓRQUEZ, M. A contingência dos padrões de organização biológica: superando a dicotomia entre pensamento tipológico e populacional. In: ABRANTES, P. (Org). *Filosofia da Biologia*, p.148-161 (2011).

HECHT, J. Waking the dead. In: *New Scientist*. 27 de Janeiro, p.42-45 (2011).

KAYE, Thomas G. et al. Dinosaurian Soft Tissues Interpreted as Bacterial Biofilms. In: *PLoS ONE*, Volume 3 Issue 7, p.1-7 (2008).

LAKATOS, I. *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge: Cambridge University Press (1978a).

_____, *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial (1978b).

NETO, José Borges. *Imre Lakatos e a Metodologia dos Programas de Investigação Científica*. Não publicado.

NIELSEN-MARSH. Biomolecules in fossil remains. *In: The Biochemist June 2002*, p. 12-14 (2002).

SCHWEITZER, M. et al. Soft-Tissue Vessels and Cellular Preservation in *Tyrannosaurus rex*. *In: Science* 307, p. 1952-1955 (2005);

_____. Analyses of Soft Tissue from *Tyrannosaurus rex* Suggest the Presence of Protein. *In: Science* 316, p. 277-280 (2007).