

# **Filosofia das Ciências do Esporte: Em que medida uma ciência aplicada se reduz às ciências básicas?**

Orientando: Prof. Dr. Luiz Roberto Rigolin da Silva  
(Universidade Gama Filho)

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Frota Pessoa Júnior  
(Universidade de São Paulo – USP / FFLCH - Departamento de Filosofia)

## **1. Introdução**

A maior parte da pesquisa em filosofia da ciência enfoca as ciências puras básicas, como a Física, a Biologia ou, em menor medida, a Fisiologia Humana. Há também bastante pesquisa filosófica voltada para a produção tecnológica, e seu impacto na sociedade, área esta que recebe o nome de Filosofia da Tecnologia. Entre a ciência pura básica e a aplicação tecnológica da ciência, há o campo das ciências aplicadas, como a Física de Dispositivos Semicondutores ou a Cardiologia Intervencionista. O foco da presente pesquisa é estudar uma ciência aplicada, as Ciências do Esporte, que apresentam também a característica de ser multidisciplinar, envolvendo pesquisa em Fisiologia do Exercício, Biomecânica, Aprendizagem Motora, Psicologia e Sociologia do Esporte. A ponte entre as aplicações práticas (desempenho esportivo, etc.) e as ciências puras básicas é feita por uma ciência pura de domínio restrito e caráter multidisciplinar, as Ciências do Esporte em sentido estrito (em sentido lato, o termo também engloba as aplicações práticas).

O presente estudo busca caracterizar esta área “intermediária” da ciência, examinando mais especificamente em que medida esta área se reduz às ciências puras básicas.

## **2. As Ciências do Esporte**

É bem sabido que o esporte é um aspecto cultural presente em toda história da humanidade, como nos Jogos Olímpicos da Antiguidade grega, que contavam com provas de corridas a pé, saltos, lançamentos e lutas. De lá para cá foram surgindo diferentes modalidades esportivas, e mais modernamente criaram-se competições internacionais de grande porte, como as Olimpíadas (incluindo a de Inverno), os Campeonatos Mundiais em diferentes modalidades e a Paraolimpíada (Tubino, 1987, 1999).

No século XX, a importância dada ao esporte em todas as nações alcançou as fronteiras da ciência. Assim, vários países se empenharam na elaboração de uma área do conhecimento que estudasse especificamente esse tema e que se estabelecesse nas universidades (Reppold Filho, 2000). Inicialmente o processo de elaboração das Ciências do Esporte<sup>1</sup> foi marcado por uma reunião de áreas do conhecimento que já possuíam uma base epistemológica bem estruturada, de forma que estas pudessem emprestar teorias e métodos já estabelecidos. Este processo é bem exemplificado pela história da área nos Estados Unidos.

Em 1962, James Bryant Conant, químico, educador e historiador da ciência, que havia sido reitor da Universidade de Harvard, afirmou que as Ciências do Esporte não se justificavam como área do conhecimento, pois considerava que as pesquisas realizadas nesta área eram escassas e não tinham qualidade. Essa afirmação causou a resposta de Franklin M. Henry, pesquisador da Universidade da Califórnia. Henry (1964) que propôs que as Ciências do Esporte deveriam, inicialmente, se aproximar de outras áreas com maior prestígio acadêmico, como a Biologia, a Química, a Sociologia e a Psicologia, e que, por meio da pesquisa básica, deveriam elaborar um corpo de conhecimentos que pudesse ser reconhecido academicamente. A preocupação com a pesquisa aplicada deveria vir apenas posteriormente (Reppold Filho, 2000; Lawson, 1991; Manoel, 1999; Park, 1989, 1994; Tani, 1996).

A sugestão de Henry, de que a pesquisa nas Ciências do Esporte fosse de início prioritariamente básica, foi justificada argumentando-se que esse tipo de investigação científica apresenta menos complexidade do que a ciência aplicada: ela lida comumente com problemas teóricos, utiliza o laboratório como ambiente, frequentemente utiliza animais como sujeitos e, principalmente, controla cuidadosamente as condições experimentais. Já a pesquisa aplicada nas Ciências do Esporte é mais complexa e difícil de desenvolver, pois deve se dar em ambientes do mundo real e utilizar sujeitos humanos, e além disso, carece de controle total sobre o ambiente da pesquisa (Thomas & Nelson, 1995).

---

<sup>1</sup> Várias nomenclaturas são utilizadas para se designar a área que tem o esporte como objeto de estudo. Entre elas, "Educação Física", "Ciência da Motricidade Humana", "Ciência do Esporte" e "Ciência da Atividade Física". Para englobar as diferentes terminologias e tornar a discussão mais didática, será utilizado o termo "Ciências do Esporte". Isso se justifica pela constatação de que, independente da terminologia adotada, o corpo de conhecimentos estudado nas diferentes universidades é muito similar (ver Kokubun, 1995).

O movimento disciplinar protagonizado por Henry nos Estados Unidos serviu de modelo para outros países que seguiram o mesmo caminho. Por um lado, houve um significativo avanço científico, evidenciado pelo volume de estudos conduzidos, pelo número de periódicos especializados que surgiram, e pelo grande número de eventos científicos organizados. Mas por outro lado, as Ciências do Esporte não construíram um corpo de conhecimentos próprio, uma identidade acadêmica, pois os conceitos e métodos utilizados não eram próprios, mas provindos de outras áreas de maior prestígio acadêmico, como a Biologia, a Química e a Psicologia (Manoel 1999; Reason, 1989; Tani, 1996).

Num certo sentido, pode-se caracterizar esta situação dizendo que as Ciências do Esporte se “reduziam” às outras áreas mais básicas. Mas no que consiste tal reducionismo?

### **3. Variedades de Reduccionismo**

Há diversas propostas para classificar diferentes formas de reducionismo na ciência. Uma divisão básica é entre reducionismo ontológico e epistemológico (ver por exemplo a revisão feita por Silberstein, 2002). A *questão ontológica* se refere à natureza dos constituintes do mundo: em que sentido pode-se dizer que as coisas do mundo (como insetos) “nada mais são” do que os constituintes mais fundamentais da realidade (como moléculas). O reducionismo ontológico afirma que um inseto nada mais é do que moléculas participando de complicadas reações químicas, ao passo que o emergentismo ontológico nega isso, postulando “propriedades emergentes” que surgem em uma escala mais macroscópica, e das quais não se pode dar conta a partir das propriedades das moléculas.

Já a *questão epistemológica* refere-se à relação entre teorias, por exemplo entre a entomologia e a química. Será que a teoria entomológica pode ser reduzida epistemologicamente à bioquímica? Ou seja, será que os conceitos da zoologia de insetos podem ser traduzidos em conceitos bioquímicos e de nano-estruturas, e as regularidades biológicas expressas em termos de leis químicas a nível molecular? Ou será que tal redução é impossível, como sustentaria o emergentismo epistemológico? E mais: será que a impossibilidade de redução é uma questão prática, relacionada com as limitações do ser humano, ou será que é uma questão de princípio?

Na discussão do reducionismo epistemológico, coloca-se também a questão de dedutibilidade entre a teoria mais ampla e redutora, por um lado, e a teoria reduzida, menos abrangente e detalhada, de outro. Se isso acontecer, poder-se-ia defender que a teoria reduzida perde sua autonomia para a redutora, podendo se tornar até dispensável. Alguns exemplos deste tipo de reducionismo são as relações entre a mecânica clássica de Newton e a relativística de Einstein (a primeira seria dedutível da segunda, levando-se em conta procedimentos matemáticos de aproximação), e entre as teorias da genética clássica e da genética molecular (El-Hani & Queiroz, 2005).

Em nossa discussão sobre as Ciências do Esporte e na questão relativa a sua autonomia em relação às ciências básicas, o sentido de reducionismo que nos interessa é *epistemológico*. Será que as Ciências do Esporte podem ser construídas pela reunião dos resultados obtidos nas disciplinas básicas? O que constatamos na seção anterior é que tal proposta foi vista como uma etapa preliminar para a construção das Ciências do Esporte, mas que numa etapa posterior deveriam ser feitos estudos que congregassem as diferentes áreas. E nesta nova situação, ocorre alguma forma de reducionismo epistemológico?

Pode-se também formular uma questão relativa aos métodos científicos empregados nas Ciências do Esporte, e colocar questões relativas a um reducionismo *metodológico*. Podem-se identificar os métodos da ciência multidisciplinar com os métodos das ciências básicas?

El-Hani & Queiroz (2005) consideram o exemplo de experimentos que buscam decompor uma célula em seus constituintes básicos. Inicialmente, numa etapa analítica, busca-se isolar os componentes celulares, determinando “in vitro” das propriedades de organelas, enzimas, seqüências de DNA etc. A seguir, num esforço sintético, busca-se reconstituir “in vitro” a célula a partir de suas partes, usando uma modelagem computacional (“in silico”) de sistemas vivos. Tal procedimento emprega um método reducionista, e portanto pode ser considerado um exemplo de reducionismo metodológico.

No contexto das Ciências do Esporte, nas formulações de seu próprio corpo de conhecimentos, constatamos que elas se utilizam de teorias elaboradas por disciplinas mais básicas e melhor estruturadas cientificamente e academicamente. Esta forma de reducionismo epistemológico vai ao encontro das concepções filosóficas de Claude Bernard, um dos idealizadores da Medicina Experimental (Dutra, 2001). Para Bernard, algumas disciplinas tornaram-se experimentais antes, como ocorreu com a Física e a

Química, que precederam a Fisiologia. Neste caso, as teorias mais fundamentais e antigas foram utilizadas pelas disciplinas mais jovens durante algum tempo, até que as bases epistemológicas destas estivessem melhor estruturadas. De acordo com Bernard, o apoio em uma área do conhecimento mais básica, com melhor estrutura científica e acadêmica, não impede a nova área de gerar conhecimento original, na forma de novas teorias testáveis.

Em nosso estudo, pretendemos investigar o grau de amadurecimento acadêmico e científico das Ciências do Esporte, além de discutir com mais detalhes a sua relação epistemológica com áreas do conhecimento mais básicas.

#### **4. Relações entre as Ciências do Esporte e a Fisiologia Humana**

Consideremos a relação epistemológica entre uma das áreas das Ciências do Esporte, a Fisiologia do Exercício, e a Fisiologia Humana, área da Biologia. Ao longo da história, os conhecimentos elaborados pela Biologia puderam ser utilizados pelo Esporte, como é o caso bem conhecido do consumo de oxigênio.

No século XVIII, iniciaram-se os primeiros trabalhos sobre a respiração humana. Em 1777, Antoine Lavoisier estudou a relação da respiração com a “economia animal” dos seres humanos, ou seja, com o que posteriormente veio a ser chamado metabolismo energético. Ele concluiu que a parte do ar utilizado era “ar desflogisticado”, ou seja, o oxigênio, e que a “parte mefítica” (o nitrogênio) entrava e saía dos pulmões sem sofrer modificações. O oxigênio combinaria com o sangue, dando-lhe seu aspecto vermelho, e o gás resultante da respiração seria o “ar fixo”, ou seja, o gás carbônico (Lavoisier, 1951, p. 197-9).

No século XIX, com o desenvolvimento do conceito de energia, formulou-se a tese de que na respiração ocorre liberação de energia por parte do oxigênio. No começo do século XX, o casal de dinamarqueses Marie e August Krogh estudaram o sistema respiratório humano e concluíram que as trocas gasosas pulmonares eram feitas por difusão.

Tanto Lavoisier quanto o casal Krogh realizaram suas pesquisas em laboratório e os resultados encontrados foram essenciais para que a Biologia formulasse a teoria sobre consumo máximo de oxigênio, que é a quantidade de oxigênio que o organismo consegue

obter da atmosfera, transportar para o interior do corpo e utilizar na liberação de energia para a respiração celular (Powers & Howley, 2006).

Embasados nesse conhecimento anterior, o inglês Archibald Hill e seu colaborador H. Lupton, pesquisadores associados à Fisiologia do Exercício, estudaram em 1927 o consumo de oxigênio durante o exercício físico. O objetivo do experimento foi submeter alguns indivíduos ao esforço máximo durante a corrida para que fosse possível verificar o que acontecia com o consumo de oxigênio. Para isso foi utilizada uma esteira ergométrica e um aparelho que era composto por uma máscara (acoplada à boca do avaliado), por um tubo condutor e por um analisador de gases que mostrava o consumo de oxigênio dos sujeitos durante todo o teste.

O que se esperava do experimento é que quanto mais a velocidade da esteira ergométrica fosse aumentada, mais seria aumentado o consumo de oxigênio. Depois de analisar os dados, os autores constataram que o consumo de oxigênio realmente aumentava proporcionalmente ao incremento da velocidade. Todavia, próximo do esforço máximo havia uma estabilização, um platô que não se alterava por mais que a velocidade fosse aumentada. Em outras palavras, a partir de um determinado momento do experimento, o consumo de oxigênio ficava estabilizado e, mesmo assim, ainda era possível aumentar a velocidade de corrida dos sujeitos. Essa descoberta foi um grande marco para a Fisiologia do Exercício e originou o conceito de “consumo máximo de oxigênio”, que é capacidade máxima que um organismo tem de captar, transportar e utilizar o oxigênio para a respiração celular (Powers & Howley, 2006).

## **5. Um Estudo de Caso Recente, sobre o Consumo Máximo de Oxigênio**

Com o passar do tempo e com o aprofundamento dos experimentos sobre o consumo máximo de oxigênio, novos instrumentos e métodos de pesquisa foram criados. Um exemplo é o K<sub>4</sub>, aparelho portátil criado em meados de 1990, que permite a estimativa do consumo máximo de oxigênio em situações reais. Sua precisão é tão grande que a análise de gases é feita respiração a respiração. O aparelho é muito leve e foi projetado para ser colocado nas costas do sujeito. Um jogador de tênis, por exemplo, pode utilizá-lo durante uma partida sem que o aparelho o atrapalhe durante a execução dos golpes. Deste modo, o consumo máximo de oxigênio pode ser medido muito próximo de sua realidade

competitiva e, com isso, o treinamento metabólico desse atleta pode ser elaborado da maneira correta.

A partir do lançamento do K<sub>4</sub>, muitos experimentos foram feitos com diferentes modalidades esportivas em situações próximas das de competição. Uma dessas pesquisas foi realizada em 2008 por Mello, com remadores, e ajudou a quebrar a concepção sobre o metabolismo que era dominante na época, a hipótese de que a maior parte da energia gerada provinha do metabolismo *anaeróbio*. Esta concepção, de que o metabolismo predominante de remadores era o anaeróbio, estava fundada no fato de que há uma grande quantidade de lactato<sup>2</sup> encontrado no sangue de remadores, ao final da competição.

Antes do desenvolvimento do K<sub>4</sub>, que permite que a análise de gases seja feita durante toda prova, utilizava-se a coleta de sangue logo após o término da prova, pois era impossível fazer essa coleta durante a prova, com o atleta remando. Depois de feita a coleta, a análise da amostra era feita por meio de um aparelho chamado lactímetro, constatando-se assim a quantidade de lactato presente no sangue dos remadores. O estudo realizado por Mello (2008) com o K<sub>4</sub> permitiu que a análise dos gases fosse feita durante toda a prova e, deste modo, os resultados encontrados mostraram que o metabolismo predominante durante a maior parte de uma prova de remo é o *aeróbio*, e não o anaeróbio. Restava explicar o porquê da alta concentração de lactato encontrada ao término das provas.

A inferência feita pelo autor foi que, durante a saída e a chegada da prova, o remador realiza uma grande quantidade de remadas com alta intensidade, e seria portanto este tipo de esforço localizado que estimula a alta produção de lactato. Nesses períodos de alta intensidade, não há tempo para que o lactato seja removido da corrente sanguínea.

## 6. Discussão

Tanto o trabalho de Hill & Lupton como o de Mello são exemplos de pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento científico e acadêmico das Ciências do Esporte, sendo também de grande valia para as pessoas que trabalham com a atividade física e

---

<sup>2</sup> O lactato sanguíneo é um indicador indireto da utilização do metabolismo anaeróbio

com o treinamento esportivo. Passaremos agora a apresentar considerações preliminares sobre questões epistemológicas relativas e esses experimentos, em especial se a pesquisa em Ciências do esporte se reduz à pesquisa em Fisiologia Humana.

No caso do experimento feito por Hill & Lupton, que resultou na descoberta do consumo máximo de oxigênio, o resultado obtido nas Ciências do Esporte não se sobrepôs a nenhum resultado anterior da Fisiologia, mas foi incorporado pela ciência básica. Ou seja, se por um lado as Ciências do Esporte passaram a utilizar o novo conceito em seu currículo acadêmico e profissionalmente para a prescrição de atividade física ou no treinamento de alto rendimento, por outro, mesmo que o experimento não tenha sido feito por pesquisadores da Biologia, esse conhecimento pôde ser agregado ao seu currículo acadêmico, proporcionando assim uma ampliação da teoria fisiológica já existente.

O que esses experimentos têm a dizer sobre a tese de que as Ciências do Esporte se reduzem epistemologicamente à Fisiologia? Em termos metodológicos, novas técnicas experimentais foram introduzidas na Ciência do Esporte, o que sugere que a redução metodológica só pode ser parcial. Além disso, os fins das Ciências do Esporte são distintos dos fins da Fisiologia. Vemos assim duas diferenças importantes.

Uma vez formulada a teoria de como se dá o desempenho esportivo, ela é constituída de uma reunião de diferentes ciências básicas, como Fisiologia, Bioquímica e Neurologia? Nossa hipótese, a ser investigada, é que o reducionismo epistemológico também é parcial, pois a *concatenação* das explicações das ciências básicas também pode ser considerado uma contribuição teórica das Ciências do Esporte, e algo que obviamente não está presente em cada uma das ciências básicas.

Nota-se também que a pesquisa na área aplicada gerou um novo conceito, o consumo máximo de oxigênio, que foi incorporado pela área básica. Feito isso, pode-se dizer que o dito conceito, nas Ciências do Esporte, reduz-se ao conceito da teoria redutora, a Fisiologia Humana. No entanto, no contexto da descoberta, o conceito surgiu primeiro na teoria reduzida. Qual a relevância disso para a discussão sobre reducionismo epistemológico?

Ademais, como exemplificado no estudo de Mello (2008), as pesquisas realizadas na teoria a ser reduzida, no caso as Ciências do Esporte, podem se tornar tão especializadas que seus resultados podem não interessar à teoria redutora, a Fisiologia Humana entendida como ciência básica. Ou seja, os problemas específicos da área a ser reduzida às vezes não interessam à área da teoria redutora.

Essa interação epistemológica entre a Biologia e a Ciências do Esporte traz à tona uma questão importante: a relação entre áreas básicas e aplicadas. Áreas aplicadas não precisam desenvolver pesquisa básica para resolver seus problemas específicos, mas podem utilizar o conhecimento oriundo de áreas básicas e aplicá-lo diretamente na resolução de suas questões ou em pesquisas aplicadas. Deste modo, é possível testar uma teoria em situações mais complexas do que as de laboratório e com isso, ampliá-la ou até refutá-la.

Não obstante, é preciso discutir em que medida essa interação inter-teórica corresponde a uma redução metodológica ou epistemológica. Na presente avaliação preliminar, concluímos que a redução em ambos os casos é apenas parcial, mas isso precisará ser melhor explicitado, a partir dos exemplos dos estudos de caso.

Esse será o objetivo desse projeto: discutir a relação epistemológica das Ciências do Esporte com suas áreas básicas, tendo em vista os reducionismos metodológico e epistemológico. Acredita-se que essa discussão seja de interesse não só para as Ciências do Esporte, mas para outras áreas aplicadas como a Engenharia e a Medicina, já que ambas também se baseiam em teorias de áreas básicas da ciência, tanto para elaborar suas pesquisas quanto para resolver seus problemas específicos.

## **Referências Bibliográficas**

Dutra, L. H. *A epistemologia de Claude Bernard*. Coleção CLE, v. 33. Campinas: CLE-Unicamp, 2001.

Reppold Filho, A. R. *In Search of academic identity: Physical Education, Sport Science and the Field of Human Movement Studies*. Tese Doutorado, University of Leeds, Inglaterra, 2000.

El-Hani, C. N.; Queiroz, J. Modos de irredutibilidade das propriedades emergentes. *Scientiae Studia*, v. 3, n. 1, p. 9-41, 2005.

- Henry, F. Physical education: an academic discipline. *Journal of Health, Physical Education, and Recreation*, v. 35, p. 32-33, 69, 1964.
- Kokubun, E. Negação do caráter filosófico-científico da educação física: reflexões a partir da biologia do exercício. In: Neto, A. F.; Goellner S. V; Bracht, V. (orgs.). *As ciências do esporte no Brasil*. Campinas: Autores Associados, 1995.
- Lavoisier, A.-L. Respiration as utilization of oxygen. Tradução de trechos dos Expe[eriences sur la respiration des animaux. In: Hall, T.S. (org.), *A source book in animal biology*. New York: Mc-Graw-Hill, p. 197-9, 1951.
- Lawson, H. A. Specialization and fragmentation among faculty as endemic features of academic life. *Quest*, v. 43, p. 280-295, 1991.
- Manoel, E. J. A dinâmica do estudo e promoção da atividade motora humana: transição de fase na EEFE-USP. *Revista Paulista de Educação Física*, v. 13, n. 1, p. 103-118, janeiro/junho de 1999.
- Mello, F. C. *Contribuição dos sistemas energéticos na água e em diferentes ergômetros de remo*. Dissertação Mestrado, Escola de Educação Física, USP, São Paulo, 2008.
- Park, R. J. The second 100 years: or can physical education become the renaissance field of the 21<sup>st</sup> century? *Quest*, v. 41, n. 1, p. 1-27, 1989.
- Park, R. J. A long and productive career: Franklin M. Henry - scientist, mentor, pioneer. *Quest*, v. 65, n. 4, p. 295-307, 1994.
- Powers, S. K.; Howley, E. T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole, 2006.
- Silberstein, M. Reduction, emergence and explanation. In: Machamer, P. & Silberstein, M. (orgs.). *The Blackwell guide to the philosophy of science*. Oxford, Blackwell, 2002, p. 80-107.
- Reason, R. From a physical education to kinanthropology: a quest for academic and professional identity. *Quest*, v. 41, n. 3, p. 235-256, 1989.
- Tani, G. Cinesiologia, educação física e esporte: ordem emanante do caos na estrutura acadêmica. *Motus Corporis*, v. 3, n. 2, p. 9-50, dez. 1996.
- Tubino, M. *Teoria geral do esporte*. São Paulo: Ibrasa, 1987.
- \_\_\_\_\_. *O que é esporte*. Coleção Primeiros Passos. Brasiliense: São Paulo, 1999.