

Filosofia das ciências do esporte: em que medida uma ciência aplicada se reduz às ciências básicas?

Luiz Roberto Rigolin da Silva*; Osvaldo Frota Pessoa Júnior**

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 deste artigo é discorrer sobre uma ciência aplicada, as ciências do esporte¹, que apresenta também a característica de ser multidisciplinar², isto é, realiza pesquisa por meio de diferentes disciplinas do conhecimento como fisiologia do exercício, biomecânica, aprendizagem motora, psicologia e sociologia do esporte. A ponte entre as aplicações práticas (desempenho esportivo, atividade física, 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 ela 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, 1999, p. 12-23).

* Universidade Gama Filho, Brasil. E-mail: luizrigolin@ig.com.br

** Universidade de São Paulo (USP)/FFLCH – Departamento de Filosofia, Brasil. E-mail: opessoa@usp.br

¹ Várias nomenclaturas são utilizadas para designar a área que tem o esporte como um de seus objetos 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.

² Possui disciplinas na área de Exatas (como biomecânica do esporte), Humanas/Sociais (como psicologia e sociologia do esporte) e Biológicas (como fisiologia e bioquímica do exercício).

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 (ver Reppold Filho, 2000).

Inicialmente, o processo de elaboração das ciências do esporte 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. Esse 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 Henry, pesquisador da Universidade da Califórnia. Henry (1964) 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 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 e situações do mundo real (mais difíceis de controlar) e, geralmente, utiliza sujeitos humanos (Thomas, Nelson, Silverman, 2007, p. 18-19).

O movimento disciplinar protagonizado por Henry, nos Estados Unidos, serviu de exemplo 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 REDUCIONISMO

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, p. 80-107). A *questão ontológica* se refere à natureza dos constituintes do mundo: em que sentido é possível dizer que as coisas do mundo (como insetos) “nada mais são” 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 nanoestruturas, e as regularidades biológicas expressas em termos de leis químicas em 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 à sua autonomia em relação às ciências básicas, um dos sentidos de reducionismo que nos interessa é o *epistemológico*. Será que as ciências do esporte podem ser construídas pela reunião dos resultados obtidos nas disciplinas básicas? O que se constata 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 nessa nova situação, ocorre alguma forma de reducionismo epistemológico?

É possível formular também uma questão relativa aos métodos científicos empregados nas ciências do esporte e colocar questões relativas a um reducionismo *metodológico*. O reducionismo metodológico pode ocorrer quando uma área utiliza os métodos de pesquisa já existentes e que estão associados aos experimentos realizados com a teoria que está sendo emprestada de outra área. Quer dizer, se uma área multidisciplinar e aplicada como as ciências do esporte se aproxima de áreas básicas e utiliza teorias já existentes para formular o seu conhecimento, será preciso entender se os métodos de pesquisa são aqueles já existentes e empregados pela área básica na formulação de seus experimentos, ou se novos métodos de pesquisa tiveram de ser elaborados para testar a teoria em situações diferentes, no caso das ciências do esporte, em campo ou em ambientes menos controlados que nos laboratórios.

No contexto das ciências do esporte, nas formulações de seu próprio corpo de conhecimentos, constatamos que elas se utilizaram, inicialmente, de teorias e métodos de pesquisa elaborados por disciplinas mais básicas e mais bem estruturadas científica e academicamente. Esta forma temporária de reducionismo epistemológico e metodológico vai ao encontro das concepções filosóficas de Claude Bernard, um dos idealizadores da medicina experimental (Dutra, 2001, p. 93-119). Para Bernard, algumas áreas tornaram-se experimentais antes, como ocorreu com a física e a química, que precederam a fisiologia. Neste caso, as teorias e métodos mais fundamentais e antigos foram utilizados pelas disciplinas mais jovens durante algum tempo, até que as bases epistemológicas destas estivessem mais bem 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 e novos métodos aplicáveis.

Tendo em vista as afirmações de Bernard, é necessário discutir com mais detalhes a relação epistemológica das ciências do esporte com áreas do conhecimento mais básicas e, assim, verificar seu grau de amadurecimento científico.

4 RELAÇÕES ENTRE AS CIÊNCIAS DO ESPORTE E A BIOLOGIA

Consideremos a relação epistemológica entre uma das disciplinas das ciências do esporte, a fisiologia do exercício, e a fisiologia humana, disciplina 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 de metabolismo energético. Ele concluiu que 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”, isto é, o gás carbônico (Lavoisier, 1951, p. 197-199).

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 dinamarquês Marie e August Krogh estudou o sistema respiratório humano e concluiu 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 de oxigênio, envolvendo 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.

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 da pesquisa foi submeter alguns indivíduos ao esforço máximo durante a corrida para que fosse possível verificar o que acontecia com o consumo de oxigênio³. O experimento contou com 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 (Willmore, Costill, 2000, p. 1-22).

O que se esperava do experimento é que quanto mais a velocidade da esteira ergométrica fosse aumentada, mais elevado seria o consumo de oxigênio. Depois de analisar os dados, inicialmente 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.

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, novas técnicas de pesquisa foram criadas. Um exemplo é o $K_4 b^2$, aparelho portátil desenvolvido

³ Esse estudo tornou-se possível graças à contribuição de John Haldane, que desenvolveu técnicas de pesquisa que permitiram a mensuração do consumo de oxigênio durante o exercício.

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. Desse 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 $K_4 b^2$, 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 elucidar uma questão sobre o metabolismo energético desses atletas: de acordo com parte da literatura especializada, durante as competições de dois mil metros, a energia é gerada predominantemente pelo metabolismo anaeróbio. Essa concepção está fundamentada no fato de que há uma grande quantidade de lactato⁴ no sangue de remadores ao final da competição. Antes do desenvolvimento do $K_4 b^2$, 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 $K_4 b^2$ 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. Como o atleta não possui intervalos de descanso durante toda a prova e as coletas de sangue eram feitas logo após o seu término, não havia tempo suficiente para que o lactato fosse removido.

6 DISCUSSÃO

Tanto o trabalho de Hill e Lupton como o de Mello são exemplos de pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento científico das ciências do esporte, sendo também de grande valia para as pessoas que trabalham com a atividade física e com o treinamento esportivo.

Passa-se agora a apresentar considerações sobre questões epistemológicas e metodológicas relativas a esses experimentos, em especial se a pesquisa em ciências do esporte (fisiologia do exercício) se reduz à pesquisa em biologia (fisiologia humana).

No caso do experimento feito por Hill e Lupton, sobre o consumo de oxigênio durante o exercício físico, não houve sobreposição de conhecimento e, assim, o novo conceito pôde ser incorporado pela ciência básica também. Se por um lado as ciências do esporte passaram a utilizá-lo em seu currículo acadêmico e profissional 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 desta forma uma ampliação da teoria fisiológica já existente.

⁴ O lactato sanguíneo é um indicador indireto da utilização do metabolismo anaeróbio.

Mesmo que o contexto da descoberta tenha acontecido nas ciências do esporte, para que o experimento de Hill e Lupton pudesse ser elaborado, foi necessário emprestar um conhecimento já existente e, portanto, pode-se dizer que o dito conceito na fisiologia do exercício reduz-se ao conceito da teoria redutora, a fisiologia humana. Apesar disso, como exemplificado no estudo de Mello, as pesquisas realizadas com a teoria a ser reduzida, no caso as ciências do esporte, podem se tornar tão especializadas que seus resultados podem não interessar mais 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. De qualquer forma, como a teoria foi emprestada da fisiologia humana e novo conceito pode ser agregado a essa teoria para torná-la mais ampla, sempre haverá uma relação de reducionismo epistemológico entre as duas áreas. Só seria possível identificar a elaboração de uma base epistemológica própria se uma nova teoria fosse elaborada e não houvesse relação com outra já existente.

Sobre reducionismo metodológico, no estudo de Hill e Lupton, para que fosse possível estimar o consumo de oxigênio durante o exercício, foi imprescindível a elaboração de novas técnicas de pesquisa. Na pesquisa de Mello, foi necessária a utilização de novos métodos de pesquisa que contemplassem a complexidade de campo, que é maior que a encontrada dentro de um laboratório, local geralmente utilizado pela fisiologia humana para realizar suas pesquisas. Dessa forma, novas técnicas experimentais foram introduzidas nas ciências do esporte, sugerindo, portanto, não haver um reducionismo metodológico completo, mas certa independência metodológica.

CONCLUSÃO

A relação epistemológica sugerida neste artigo, entre as ciências do esporte e a biologia, traz à tona uma questão importante: a interação entre áreas básicas e aplicadas.

Geralmente, afirma-se que 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. Desse modo, é possível testar uma teoria em situações mais complexas que as de laboratório e, com isso, ampliá-la ou até refutá-la. Contudo, pelo que foi sugerido na discussão, independente de novos conceitos terem sido introduzidos, como foi necessário emprestar um conhecimento já existente, a área aplicada se reduz à área básica. Tendo isso em vista, é possível afirmar que uma área aplicada será apenas uma extensão da área básica e que, apesar de proporcionar a ampliação ou até a refutação de teorias já existentes, dificilmente terá uma base epistemológica própria.

Apesar de identificado o reducionismo epistemológico, defende-se que não há um reducionismo metodológico. Assim, é possível inferir que esse pode ser o caminho a ser trilhado por áreas aplicadas em busca de maior autonomia, ou seja, mesmo que não seja capaz de elaborar teorias com novos conceitos, ao tentar ampliar ou até refutar as já existentes, por meio de experimentos realizados em campo, estará proporcionando a elaboração de novos métodos de pesquisa.

Ainda sobre o reducionismo metodológico, para uma área multidisciplinar como a ciências do esporte, além da inovação quanto às técnicas de pesquisa empregadas em campo para a coleta de dados, há também a possibilidade de interação de diferentes disciplinas tanto na coleta de dados quanto em sua análise. Assim sendo, novos métodos como os interdisciplinares e transdisciplinares emergem, mas deixa-se o estudo desta questão para um próximo trabalho.

Acredita-se que essas conclusões possam ser estendidas para outras áreas aplicadas e multidisciplinares 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, Luiz Henrique. *A epistemologia de Claude Bernard*. Coleção CLE, 33. Campinas: CLE - Unicamp, 2001.
- EL-HANI, Charbel Niño; QUEIROZ, João. Modos de irredutibilidade das propriedades emergentes. *Scientiae Studia* 3 (1): 9-41, 2005.
- HENRY, Franklin. Educação Física: uma disciplina acadêmica. *Revista de Saúde, Educação Física e Recreação* 35 (7): 32-33 e 69, 1964.
- LAVOISIER, Antoine Laurent. A utilização do oxigênio na respiração. Tradução de trechos das experiências da respiração em animais. Pp. 197-199, em: HALL, T. S. (org.). *A base em biologia animal*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1951.
- LAWSON, Hal. Especialização e fragmentação como característica endêmica da vida acadêmica. *Quest* 43 (1): 280-295, 1991.
- MANOEL, Edson Jesus. A dinâmica do estudo e promoção da atividade motora humana: transição de fase na EEFE-USP. *Revista Paulista de Educação Física* 13 (1): 103-118, 1999.
- MELLO, Fernando de Campos. *Contribuição dos sistemas energéticos na água e em diferentes ergômetros de remo*. Dissertação (Mestrado). Escola de Educação Física, USP, São Paulo, 2008.
- PARK, Roberta. Cem anos depois: a educação física pode se tornar um campo de conhecimento no século 21? *Quest* 41 (1): 1-27, 1989.
- _____. Uma longa e produtiva carreira: Franklin M. Henry – Cientista, Mentor, Pioneiro. *Quest* 65 (4): 295-307, 1994.
- REASON, Roland. Da educação física para a cineantropologia: uma questão para a identidade acadêmica e profissional. *Quest* 41 (3): 235-256, 1989.
- REPPOLD FILHO, Alberto Reinaldo. *Em busca da identidade acadêmica: educação física, ciência do esporte e ciência da motricidade humana*. Tese (Doutorado). Universidade de Leeds, Inglaterra, 2000.
- SILBERSTEIN, Michael. Redução, emergentismo e explanação. Pp. 80-107, em: MACHAMER, Peter & SILBERSTEIN, Michael (orgs.). *O guia da filosofia da ciência*. Oxford, Blackwell, 2002.
- TANI, Go. Cinesiologia, educação física e esporte: ordem emanante do caos na estrutura acadêmica. *Motus Corporis* 3 (2): 9-50, 1996.
- THOMAS, Jerry; NELSON, Jack; SILVERMAN, Stephen. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- TUBINO, Manoel. *O que é esporte*. São Paulo: Brasiliense, 1999. Coleção Primeiros Passos.
- WILLMORE, Jack; COSTILL, David. *Fisiologia do esporte e do exercício*. São Paulo: Manole, 2000.

Filosofia e História da Ciência no Cone Sul

Seleção de Trabalhos do 7º Encontro da AFHIC
Selección de Trabajos del 7º Encuentro de AFHIC



Editores:

Cibelle Celestino Silva e Luis Salvatico