

# **A Física como arbitrário cultural: Uma reflexão a partir da sociologia do conhecimento de Pierre Bourdieu**

## **Physics as cultural arbitrary: A reflection from Pierre Bourdieu's sociology of knowledge.**

**Paulo Lima Junior**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
paulolima@if.ufrgs.br

**Fernanda Ostermann**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
fernanda@if.ufrgs.br

**Flavia Rezende**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
flaviarezende@uol.com.br

### **Resumo**

Este ensaio parte do conceito de arbitrário cultural da sociologia da educação de Pierre Bourdieu para demonstrar que a Física é uma construção cultural arbitrária. A título de exemplo, apresenta-se uma comparação rápida entre a mecânica de Newton e a mecânica relacional de Assis. A discussão realizada aqui permitiu ilustrar que: (1) mesmo as teorias científicas mais hegemônicas têm, em seu interior, elementos que resultam das escolhas arbitrárias (mas não-aleatórias) dos seus autores; (2) é justamente em vista desses elementos arbitrários que os cientistas precisam recorrer às relações de força do campo científico para impor suas teorias, dissimulando o que elas têm de arbitrário; (3) para perceber o arbitrário de uma teoria científica é preciso observá-la a partir de outro arbitrário. Ao final, considerações a respeito da produção de currículos e livros didáticos para a educação científica são apresentadas.

**Palavras-chave:** Arbitrário Cultural, Mecânica Relacional, Pierre Bourdieu.

### **Abstract**

This essay draws from the concept of cultural arbitrary from Pierre Bourdieu's sociology of education to demonstrate that physics is an arbitrary construction. As example, Newtonian mechanics and Relational mechanics are briefly compared. The discussion held here illustrates that: (1) Even the most hegemonic scientific theories hold elements that result from their authors' arbitrary choices; (2) It is precisely because of these arbitrary elements that scientists must call upon the authority of the scientific field to impose their theories, concealing what they are arbitrary, (3) To realize the arbitrariness of a scientific theory is

necessary to observe this theory from another arbitrary. Finally, considerations regarding the production of curricula and textbooks for science education are presented.

**Keywords:** Cultural Arbitrary, Relational Mechanics, Sociology, Pierre Bourdieu.

## Introdução

Com o desenvolvimento da abordagem sociocultural em educação em ciências, alguns pesquisadores têm se voltado para referenciais tais como a sociologia da educação de Pierre Bourdieu (1930-2002). Ao mesmo tempo em que oferece uma teoria geral sobre a organização da sociedade em classes e sobre como desigualdades de classe estão relacionadas a desigualdades escolares, Bourdieu também fornece elementos para uma sociologia do conhecimento e do funcionamento do campo científico (BOURDIEU, 2004). Na base de sua teoria sobre o sistema escolar e por meio do conceito de arbitrário cultural, Bourdieu (BOURDIEU e PASSERON, 2009) planta argumentos tão contundentes sobre a natureza da cultura que é muito difícil pensar uma apropriação de sua obra para a pesquisa em educação científica sem indagar: Qual visão de ciência seria subjacente à sociologia de Bourdieu? De que maneira conceitos da sociologia de Bourdieu podem auxiliar a construir perspectivas mais sociais sobre a natureza da cultura científica?

Este trabalho parte do conceito de arbitrário cultural (BOURDIEU e PASSERON, 2009), para sustentar que a Física é uma construção cultural arbitrária. A título de exemplo, fazemos uma comparação rápida entre a mecânica newtoniana e a mecânica relacional de Assis (1989). Tratando-se a mecânica newtoniana de uma teoria consagrada e hegemônica em seu próprio domínio (dinâmica de corpos macroscópicos a baixas energias), percebê-la como construção arbitrária é particularmente desafiador. Além disso, reconhecer o grau de arbitrário das teorias mais hegemônicas em ciência nos coloca muito próximos de reconhecer o arbitrário da ciência como um todo. Ao final, considerações a respeito da produção de currículos e livros didáticos para a educação científica são apresentadas.

## A sociologia de Bourdieu

### O arbitrário cultural e sua dissimulação

Nos fundamentos da sociologia da educação de Bourdieu encontra-se a afirmação frequentemente mal compreendida de que todos os sistemas simbólicos (tais como ciência, moral, religião, arte) são construções culturais arbitrárias na medida em que eles jamais podem ser completamente deduzidos de princípios (lógicos, filosóficos, empíricos, biológicos, espirituais) universais, não podendo ser justificados pela “natureza das coisas” ou pela “natureza humana”. Com efeito, o fato de que evidência empírica e argumentos teóricos jamais justificam completamente qualquer teoria científica não constitui grande novidade e é reconhecido de maneiras diferentes por vários autores de filosofia da ciência ao longo do século XX. Por exemplo, já em Popper (2002) é possível reconhecer a ideia de que o conhecimento científico é tentativo e jamais pode ser comprovado definitivamente com base experimental. Contudo, Bourdieu avança em afirmar que cada esforço educacional de impor a legitimidade do conhecimento escolar pressupõe, em alguma medida, dissimular o arbitrário desse

conhecimento. Colocando essa asserção em outras palavras e trazendo para o contexto do ensino de ciências, resulta que a educação científica deve ser constituída pelo esforço (mais ou menos inconsciente) de tornar as teorias científicas mais justificáveis do que realmente são em vista de evidências empíricas e argumentos teóricos disponíveis.

Como é possível perceber, o argumento de Bourdieu pode ser analisado em dois níveis. No primeiro nível, define-se arbitrário cultural como qualquer sistema simbólico parcialmente injustificado. No segundo, estabelece-se a ideia de que é necessário dissimular o arbitrário dos sistemas simbólicos para impor sua legitimidade. A primeira confusão que precisa ser desfeita em torno dessa concepção sobre o caráter arbitrário dos sistemas simbólicos é que, em Bourdieu, arbitrário não quer dizer aleatório. De fato, nenhuma cultura real poderia resultar de uma combinação rigorosamente aleatória de significações, pois toda a cultura precisa ser inteligível como condição de sua perpetuação. O argumento de Bourdieu e Passeron (2009) é que a cultura imposta sempre tem caráter arbitrário na medida em que sempre envolve escolhas que jamais se justificam completamente a partir de princípios universais (p. 29-30).

Essa distinção entre arbitrário e aleatório precisa ficar bastante clara para que não façamos uma leitura relativista ingênua de Bourdieu. Para compreendê-la melhor, podemos comparar dois usos dessa palavra. Em matemática, quando dizemos “seja um número arbitrário entre 0 e 1”, temos aí o uso de arbitrário como sinônimo de aleatório, pois também poderíamos dizer “seja um número aleatório entre...” sem perda sensível de sentido. Considere agora um árbitro que, em uma partida de futebol, deve escolher marcar ou não marcar uma falta. Sua escolha certamente leva em consideração as regras do jogo, sua “jurisprudência” e o lance propriamente dito. Assim, qualquer árbitro está obviamente impedido de apitar um jogo aleatoriamente, mas todos os árbitros são sempre arbitrários no sentido em que suas escolhas, ainda que muito bem orientadas e eventualmente inequívocas, são sempre escolhas. A propósito, é justamente quando identificamos divergências entre dois árbitros considerados legítimos que tomamos maior consciência de que suas escolhas são arbitrárias e que não há um princípio universal sequer que as justifique definitivamente e por completo.

### **Identificando o arbitrário cultural: Método comparativo**

Quando comparamos formações sociais diferentes (por exemplo, o estado teocrático islâmico, a organização tradicional em castas na Índia e as democracias capitalistas ocidentais) percebemos que não existe um princípio universal que justifique as relações de força que se estabelecem nesses sistemas. De maneira semelhante, ao comparar sistemas simbólicos concorrentes (tais como certas religiões, escolas filosóficas ou correntes políticas que estabelecem entre si relações de oposição), podemos apreender com mais clareza o que, em cada um desses sistemas, é arbitrário. Igualmente, o confronto e a análise comparativa de teorias científicas concorrentes devem constituir instrumentos poderosos para tomada de consciência do arbitrário da ciência e da educação científica.

A necessidade de comparar sistemas concorrentes para que sejamos capazes de perceber seu arbitrário está intimamente ligada à ideia de que é impossível apreender um sistema simbólico a partir de um ponto de vista completamente neutro e externo a qualquer outra cultura. Assim, a crítica dirigida a qualquer sistema simbólico (teorias ou modelos científicos, por exemplo), tão cara a qualquer forma de racionalidade científica, sempre pressupõe um sistema simbólico alternativo e igualmente arbitrário.

Ainda que sob perspectivas sensivelmente diferentes, a importância do confronto entre sistemas simbólicos concorrentes no desenvolvimento da ciência tem sido sublinhada por alguns autores da filosofia da ciência do século XX. Isso pode ser observado, por exemplo, ao se afirmar que um resultado experimental não explicado (uma anomalia) por um paradigma, programa ou tradição de pesquisa só se torna efetivamente uma contraevidência quando passa a ser explicado por seu concorrente. Segundo Bourdieu, toda a vez que o arbitrário de uma cultura é denunciado e deslegitimado, legitima-se o arbitrário da denúncia. Igualmente, toda a crítica eficaz que se dirige contra um arbitrário cultural, pressupõe outro arbitrário que a realize.

Com respeito às ações pedagógicas que constituem a educação em ciências, as escolhas que dão o caráter arbitrário à cultura científica escolar ocorrem tanto no que diz respeito ao delineamento curricular (que sempre implica uma seleção parcialmente injustificada de certas ideias em detrimento de outras) quanto à própria construção do conhecimento científico (que nunca se justifica completa e definitivamente pelos argumentos teóricos ou pela evidência empírica alegada). Assim, o caráter arbitrário da educação científica pode ser percebido tanto pelo contraste entre concepções curriculares distintas (explicitamente escritas em documentos oficiais ou implicitamente inscritas nos livros didáticos, por exemplo), quanto pela análise comparativa de teorias científicas concorrentes.

### **A Física como arbitrário cultural**

Sobre o ensino de Física, é importante destacar que uma de suas características históricas tem sido a de restringir os alunos ao contato com apenas uma teoria hegemônica em cada domínio disciplinar. Por exemplo, embora existam sistemas teóricos alternativos ao de Newton para a mecânica e ao de Maxwell-Lorentz para o eletromagnetismo (ASSIS, 1995; 1998), somente a mecânica newtoniana e a eletrodinâmica de Maxwell-Lorentz lograram tornar-se conteúdos compulsórios para o ensino de Física desde a educação básica à pós-graduação. Com efeito, dessa construção curricular típica resulta que a maioria dos Físicos não conheça alternativa legítima à teoria eletromagnética e, mesmo sendo eventualmente capazes de criticá-la, tais físicos devem se contentar com a eletrodinâmica de Maxwell-Lorentz por desconhecimento de algo que a substitua. Ainda que essa operação de restringir os alunos ao contato com apenas uma teoria hegemônica em cada domínio disciplinar não seja planejada conscientemente pelos agentes da educação científica com o propósito de proteger teorias hegemônicas de críticas legítimas, essa construção curricular demonstravelmente contribui para a dissimulação do arbitrário da ciência e para o estabelecimento de uma relação menos crítica com suas teorias mais hegemônicas.

Considerando a importância de trazer um exemplo para ilustrar o status de arbitrário cultural da Física, fazemos uma comparação rápida entre a mecânica newtoniana e a mecânica relacional de Assis (1989). A saber, essa digressão é realizada com o propósito de responder à seguinte questão de pesquisa: De que maneira a mecânica relacional de Assis nos permite perceber o arbitrário da mecânica newtoniana?

## Comparando as duas mecânicas

### A mecânica relacional de Assis

A mecânica relacional de Assis, bastante conhecida pela área de Ensino de Física no Brasil, é uma teoria mecânica inspirada na crítica histórica elaborada pelo físico e filósofo positivista Ernst Mach (1960) contra a mecânica de Newton. Assis chamou originalmente sua mecânica de modelo de Mach-Weber (ASSIS e GRANEAU, 1995), pois se trata de uma expansão da eletrodinâmica de Weber para o contexto da gravitação com o propósito de satisfazer o princípio de Mach (1960). Assim como em Newton, a mecânica de Assis (1989) está baseada em três axiomas: (1) força é uma quantidade vetorial; (2) a força que um corpo material A exerce em um corpo material B é igual e oposta à força que B exerce em A (princípio da ação e reação); (3) a soma de todas as forças em qualquer corpo material é nula.

Ao lado desses três axiomas, Assis acrescenta uma lei de gravitação inspirada na força de Weber para duas partículas carregadas. Segundo Assis (1989), a força gravitacional que uma partícula massiva  $j$  exerce em outra partícula massiva  $i$  quando estão separadas por um vácuo perfeito é dada pela [Eq. 01]:

$$\vec{F}_{ji} = -H_g m_i m_j \frac{\hat{r}_{ij}}{r_{ij}^2} \left[ 1 + \frac{6}{c^2} \left( r_{ij} \ddot{r}_{ij} - \frac{\dot{r}_{ij}^2}{2} \right) \right]$$

Nessa expressão, o vetor de módulo  $r_{ij}$  determina a posição da partícula  $i$  com relação à partícula  $j$ ; as quantidades  $m_i$  e  $m_j$  podem ser consideradas massas gravitacionais;  $c$  é a velocidade da luz no vácuo e  $H_g$  é uma constante da natureza.

Como é possível perceber, o primeiro termo resulta proporcional à lei da gravitação universal de Newton. Como o segundo é proporcional ao inverso da velocidade da luz ao quadrado, só produzirá efeitos sensíveis em determinadas condições (por exemplo, quando estivermos considerando a interação de um corpo de massa gravitacional  $m_j$  com todos os outros corpos ponderáveis do universo). Embora não seja autoevidente, é possível demonstrar que, se aproximarmos o conjunto de todos os corpos massivos do universo por uma casca esférica, o segundo termo da lei da gravitação proposta por Assis produz, no interior dessa casca, um campo que corresponde às forças inerciais de rotação e translação (ASSIS e GRANEAU, 1995). Por isso, na mecânica relacional, as forças inerciais não são fictícias, mas de natureza gravitacional e, ao menos em princípio, todas as equações de movimento bem sucedidas empiricamente que poderiam ser obtidas pela aplicação das leis de Newton podem ser obtidas a partir da mecânica de Assis.

Assim, ainda que possa ser considerada herdeira dos problemas filosóficos da tradição positivista (tal como seu antirrealismo) e possua outras complicações na relação com a Física moderna (ela não explica, por exemplo, a deflexão da luz na vizinhança de grandes corpos massivos), a mecânica relacional de Assis é demonstravelmente tão corroborada por evidência empírica quanto a mecânica de Newton, pois reproduz as mesmas equações do movimento. No entanto, se o suporte empírico é o mesmo, por que a mecânica relacional não ganha mais espaço na Física e no Ensino de Física? Por que há tão poucos cientistas mobilizados em torno da mecânica relacional? Por qual razão a mecânica de Newton se mantém hegemônica na Física escolar?

Com efeito, questões como essas jamais podem ser respondidas completamente se analisamos a ciência e a história da ciência como exclusivamente racionais e empíricas, apartadas das relações de poder que constituem a produção e a reprodução do conhecimento científico. Quem são os cientistas brasileiros que trabalham com fundamentos de Física hoje? Quais são as chances de um físico latino-americano ser reconhecido por essa comunidade restrita de pesquisadores? Quão prestigiado é o autor da mecânica relacional dentro comunidade científica brasileira? Qual é o status acadêmico dos pesquisadores que reconhecem a consistência do trabalho de Assis? Qual é a visibilidade e o reconhecimento da mecânica de Assis para os autores, editores e avaliadores de livros didáticos? É justamente quando levantamos questões dessa natureza que estamos nos deslocando de uma visão da “ciência pela ciência” para uma percepção mais sociológica dos processos de produção e consagração das hegemonias científicas (elementos fundamentais para a produção de currículos em ensino de Física). Enfim, a discussão da mecânica relacional é demonstravelmente um terreno fértil para plantar controvérsias na mecânica newtoniana e começar a percebê-la como arbitrário cultural.

### **Construindo um olhar de fora**

Não é necessário tornar-se defensor da mecânica relacional para concordar que essa teoria planta uma controvérsia legítima em mecânica; que ela torna mais perceptível que a mecânica de Newton é um arbitrário cultural; e que ensinar somente a mecânica newtoniana contribui para a consolidação de uma visão menos crítica da ciência, dissimulando suas controvérsias históricas importantes. O que se advoga neste ensaio não é a defesa da fé na mecânica relacional, mas a consolidação de posições mais críticas frente às hegemonias científicas e o reconhecimento de que o status de uma teoria na comunidade não é independente das relações de força que se estabelecem no interior dessa comunidade. Por mais que essas relações de força não sejam sempre explicitadas em teorias sobre a natureza do conhecimento científico, elas estão diariamente presentes na vida dos pesquisadores, por exemplo, quando investem esforços para publicar em periódicos com maior parâmetro de impacto ou buscam estabelecer parcerias com laboratórios e pesquisadores mais prestigiados<sup>1</sup>.

O peso das relações de reconhecimento que se estabelecem no interior de uma comunidade é mais flagrante nos chamados “argumentos de autoridade”, que ocorrem, por exemplo, quando insistimos que uma asserção é verdadeira não tanto por haver evidência que a sustente, mas porque foi posta por Newton, Einstein, Feynmann ou, mais genericamente, pelo conjunto da “comunidade científica”. Esse recurso à força é flagrante, por exemplo, no desfecho da crítica que Escobar e Pleitez (2001) dirigem à mecânica relacional de Mach-Assis:

Em geral, uma comunidade tem uma ou várias revistas nas quais publica assuntos de um interesse que serve para definir a comunidade. A maioria das referências usadas no livro MR (Mecânica relacional, 1998) estão em revistas onde não são usualmente encontrados trabalhos de ciência normal. Se alguém tem argumentos válidos de que [teorias hegemônicas] estão erradas, [...]

---

<sup>1</sup> Para Bourdieu (2004) a estrutura social de um campo científico é determinada fundamentalmente pelo acúmulo e distribuição desigual dos atos de *conhecimento e reconhecimento* entre os agentes desse campo. Por exemplo, um cientista que acumula mais conhecimento e é mais reconhecido pelos seus pares neste ou naquele domínio tem maior chance de ter sua produção intelectual reconhecida.

deveria publicar em revistas como *Physical Review Letters*. De nada adianta argumentar que essas revistas não publicariam, que têm preconceitos, etc. *Isso mostra que as pessoas que apoiam os pontos de vista da MR pertencem a uma comunidade marginal* (p. 269, grifos nossos).

Esse fragmento pertence a uma resenha que tenta estabelecer, por definitivo, que a mecânica relacional está errada (ESCOBAR e PLEITEZ, 2001). Do transcrito, percebe-se o argumento de autoridade na medida em que a marginalidade de Assis e seus apoiadores é explicitamente considerada como razão para que sua teoria não seja creditada. Com efeito, avaliações do status científico dos pesquisadores e dos periódicos em que publicam são tão frequentes na vida diária de uma comunidade de pesquisa que é muito difícil sustentar que cumprem um papel realmente secundário frente a testes experimentais e análises teóricas e lógicas.

Em outra passagem, Escobar e Pleitez (2001) fornecem exemplo bastante ilustrativo de quanto o conceito de arbitrário cultural pode ser instrumental para pensar nossas relações com as teorias científicas mais hegemônicas:

Por que usar uma lei da gravitação baseada numa lei da eletrostática [de Weber] que não deu certo? Mesmo alguém que acredite na MR deve perguntar-se: por que essa força e não outra? Assim, existiriam tantas MR quanto possíveis autores. [...] Compare com o postulado de Einstein: ‘a luz, no espaço vazio, se propaga sempre com uma velocidade determinada, independente do estado de movimento da fonte luminosa’. Na melhor das hipóteses, em 1905 estes dois postulados poderiam ter sido considerados como alternativas possíveis. *Hoje, depois de tantos testes experimentais e teóricos, não mais* (p. 266, grifos nossos).

O fragmento acima ilustra como a apreensão do arbitrário de um sistema simbólico com o qual nos identificamos depende de um exercício de distanciamento que só pode ser atingindo na medida em que conseguimos perceber o referido sistema a partir de outro arbitrário: os autores da resenha são capazes de perceber que a mecânica de Mach-Assis é uma versão dentre várias possíveis, mas não conseguem ter a mesma percepção da escolha operada por Einstein sobre os postulados fundadores da teoria da relatividade. Não seriam essas também escolhas arbitrárias (ainda que não aleatórias)? Não haveria tantas teorias da relatividade quantos einsteins? Teria fundamentação lógica (ou seria sustentada por um princípio universal) essa crença expressa pelos autores de que uma grande quantidade de evidência experimental seria suficiente para estabelecer com segurança e definitivamente qualquer afirmação teórica (no caso, os postulados da relatividade)?

O último fragmento ilustra que, mesmo podendo haver razões propriamente científicas para a manutenção da hegemonia desta ou daquela teoria em ciência (e geralmente há), a escolha curricular de um ensino concentrado em inculcar as teorias hegemônicas está relacionada também a uma apreensão menos crítica dessas teorias. A mecânica relacional está certamente repleta de problemas (a considerar pelo número incomparavelmente menor de pesquisadores que têm trabalhado em seu desenvolvimento), mas é justamente quando lhe damos voz que somos mais capazes de perceber criticamente os fundamentos da teoria newtoniana.

## Conclusão

Se, por um lado, referenciais da sociologia têm ganhado algum espaço na pesquisa em

educação científica, por outro, é usual que cientistas da natureza resistam em reconhecer a relevância da sociologia da educação para o ensino de ciências. Os argumentos evocados para justificar essa resistência são muito variados, mas geralmente envolvem a queixa de que investigações sob esse tipo de abordagem não tomam conteúdos científicos como elementos fundamentais e não apresentam implicações claras para o ensino de ciências.

Neste artigo, demonstramos a relevância do conceito de arbitrário cultural de Bourdieu no contexto da controvérsia histórica em torno do status ontológico das forças inerciais com implicações para o ensino de Física. A análise realizada aqui permitiu ilustrar que: (1) mesmo as teorias científicas mais hegemônicas têm, em seu interior, elementos que resultam das escolhas arbitrárias (mas não-aleatórias) dos seus autores; (2) é justamente em vista desses elementos arbitrários que os cientistas precisam recorrer às relações de força do campo científico para impor suas teorias, dissimulando o que elas têm de arbitrário; (3) para perceber o arbitrário de uma teoria científica é preciso observá-la a partir de outro arbitrário.

Advogou-se aqui a importância de introduzir – de maneira comedida – elementos de mecânica relacional no ensino de mecânica newtoniana com o propósito de sinalizar para os estudantes a possibilidade de uma apreensão mais crítica da teoria newtoniana, em particular, e da ciência, em geral.

## Referências

- ASSIS, A. K. T. On Mach's principle. **Foundations of Physics Letters**, v. 2, p. 301-318, 1989.
- ASSIS, A. K. T. **Eletrodinâmica de Weber**: teoria, aplicações e exercícios. Campinas: Unicamp, 1995.
- ASSIS, A. K. T. **Mecânica relacional**. Campinas: Unicamp, 1998.
- ASSIS, A. K. T.; GRANEAU, P. The reality of newtonian forces of inertia. **Hadronic Journal**, v. 18, p.271-289, 1995.
- BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: UNESP, 2004.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.
- CABRAL, F. A primeira lei de Newton é um caso particular da segunda lei. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 4-7, 1984.
- ESCOBAR, O.; PLEITEZ, V. Mecânica relacional: a propósito de uma resenha. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 3, p.260-270, 2001.
- MACH, E. **The science of mechanics**: a critical and historical account of its development. La Salle: Open Court, 1960.
- NEWTON, I. **Principia**: Princípios matemáticos de filosofia natural. São Paulo: Nova Stella, 1990.
- POPPER, K. **The logic of scientific discovery**. London: Routledge, 2002.