

Abstração Pseudoempírica: significado epistemológico e impacto metodológico

Becker, Fernando

Abstração Pseudoempírica: significado epistemológico e impacto metodológico

Educação & Realidade, vol. 42, núm. 1, 2017

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Educação

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=317251255019>

Abstração Pseudoempírica: significado epistemológico e impacto metodológico

Pseudo-empirical Abstraction: epistemological meaning and methodological impact

Fernando Becker

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil

Resumo: Pela abstração reflexionante, ao contrário da empírica, o sujeito constrói capacidades cognitivas retirando características de suas coordenações de ações. Piaget cria a abstração pseudoempírica como modalidade da reflexionante, não da empírica; por ela, o sujeito retira dos objetos características de suas coordenações de ações, que previamente colocara neles. Ao retirar o oito da oitava peça de uma fileira do ábaco, o sujeito retira de fato o que ele colocara naquela peça. Se ele retirar o oito de diferentes peças do ábaco, dependendo de onde começou a contar, significa que o oito não está nelas; está na mente do sujeito. Além de caracterizá-la, mostra-se no texto o valor epistemológico, metodológico e educacional da abstração pseudoempírica.

Palavras-chave: Abstração Reflexionante, Abstração Pseudoempírica, Epistemologia, Metodologia de Pesquisa, Educação.

Abstract: By means of the reflecting abstraction, unlike the empirical abstraction, the subject builds cognitive abilities removing features of his coordination of actions. Piaget creates the pseudo-empirical abstraction as a form of the reflecting, not the empirical abstraction; by it, the subject withdraws from the objects the features of his coordination of actions, which he had previously placed on them. When removing the eight of the eighth part of an abacus row, the subject actually withdraws what he had put in that piece. If he takes the eight from different abacus parts, depending on where he began to count, it means that the eight is not in them; it is in the mind of the subject. In addition to characterizing it, it is shown in the text the epistemological, methodological and educational value of the pseudo-empirical abstraction.

Keywords: Reflecting Abstraction, Pseudo-Empirical Abstraction, Epistemology, Methodology, Education.

Palavras chave: Abstração Reflexionante, Abstração Pseudoempírica, Epistemologia, Metodologia de Pesquisa, Educação

Fernando Becker.

Abstração Pseudoempírica: significado epistemológico e impacto metodológico
Educação & Realidade, vol. 42, núm. 1, 2017

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Educação

Recepção: 17 Junho 2015
Aprovação: 29 Outubro 2015

DOI: 10.1590/2175-623656521

Introdução

Quando o objeto é modificado pelas ações do sujeito e enriquecido de propriedades tiradas de suas coordenações (p. ex., ao ordenar elementos de um conjunto) a abstração apoiada sobre tais propriedades é chamada pseudoempírica (pseudo-empírica), porque, ao agir sobre o objeto e sobre seus observáveis atuais, como na abstração empírica, as constatações atingem, de fato, os produtos da coordenação das ações do sujeito; trata-se, pois, de um caso particular de abstração reflexionante e de modo nenhum de um derivado da abstração empírica (Piaget, 1995, p. 274).

O que poderia ser mais difícil de conhecer do que conhecer o modo como conhecemos? (Damásio, 2000, p. 18).

Desde os filósofos gregos, pelo menos, compreender o modo como o ser humano conhece foi preocupação dos grandes pensadores. Compreender isso como abstração, o que acontece pelo menos desde Aristóteles, exige

muita pesquisa e reflexão. Piaget (1995) nos brinda com um trabalho de fôlego, com 18 pesquisas realizadas com a utilização de seu método clínico, com o auxílio de 28 colaboradores. A obra, intitulada *Abstração Reflexionante* (*Abstraction réfléchissante: L'abstraction des relations logico-arithmétiques [v.1]; L'abstraction de l'ordre de relations spatiales [v. 2]*) explora as relações lógico-aritméticas, as relações espaciais e a ordem das relações espaciais. Mais especificamente, apresenta a abstração reflexionante no caso da gênese das estruturas algébricas (cap. 1-7), depois das estruturas de ordem (cap. 8-11) e, finalmente, das estruturas espaciais (cap. 12-18).

Abstração, do verbo latino *abstrahere* (*abs+trahere*), significa retirar, extrair, separar, apartar. No Dicionário de Filosofia (Abbagnano, 1970), abstração é "A operação mediante a qual alguma coisa é escolhida como objeto de percepção, atenção, observação, consideração, pesquisa, estudo...".

Nessa obra de Piaget, abstração é a atividade do sujeito conhecedor, ao mesmo tempo coordenadora e diferenciadora, mediante a qual constrói conhecimento como estrutura, competência ou capacidade utilizando características retiradas ou extraídas, ora dos objetos (abstração empírica), ora de suas coordenações de ações (abstração reflexionante - pseudoempírica ou refletida).

O objetivo deste texto é configurar o conceito de abstração pseudoempírica, salientando seu significado epistemológico para a Epistemologia Genética em particular e para a Epistemologia em geral. Em segundo lugar, chama a atenção para seu impacto metodológico, para as metodologias científicas em geral; e, em terceiro, insiste sobre suas possibilidades críticas para a educação; em particular, para o ensino.

Abstração Reflexionante

Todos os seres humanos fazem abstrações. Desde o último subestádio do período sensório-motor (Piaget, 1995, cap. 18) - entre um ano e três meses a um ano e meio a dois anos, pelo menos, começam a fazer abstrações reflexionantes. Abstrações empíricas, pelo menos desde o nascimento.

Piaget trata da abstração enquanto reflexionante. Carrega essa categoria com os significados constitutivos do processo de conhecer. Deixa para a abstração empírica os significados costumeiros, como historicamente concebidos: retirar informações dos objetos; mas, acresce: também das ações em suas características materiais. A abstração empírica retira informações dos observáveis. Portanto, ele relativiza o papel da abstração empírica, mas sem diminuir sua importância. No final, relaciona essas duas formas de abstração e afirma que a empírica depende cada vez mais da reflexionante que, no desenrolar do desenvolvimento cognitivo, vai-se tornando hegemônica. Transfere boa parte do que era atribuído à empírica para a pseudoempírica - categoria da reflexionante.

Para compreender a abstração pseudoempírica é necessário expor o processo mais geral da abstração reflexionante. Fora desse processo será difícil compreendê-la. Piaget contempla e, ao mesmo tempo, supera os

significados retirados de dicionários, como veremos nas definições das diferentes formas de abstração que propõe. Para deixar claro que está tratando da reflexionante, ele a contrapõe à abstração empírica.

A abstração empírica (empirique) consiste em retirar qualidades dos objetos ou das ações em suas características materiais, isto é, daquilo que pode ser observado. Assim como ouço uma música, sinto o odor de um perfume, vejo uma árvore alta e verde, saboreio uma maçã, tato paredes e portas no escuro para me localizar, sigo com o olhar o movimento de um carro, de um pássaro ou de um avião, também observo ações de pessoas como dirigir um automóvel, digitar um texto, andar de bicicleta, jogar futebol, gesticular num discurso, falar, brincar, remar, nadar, escrever à mão ou ler. Tais qualidades, retiradas de objetos (música, perfume, árvore, maçã, paredes, portas, automóveis, pássaros, aviões) ou de ações (dirigir, digitar, andar de bicicleta, gesticular, brincar, falar, remar ou nadar), são observáveis. Retirar características desses objetos ou dessas ações, isto é, desses observáveis, qualifica as abstrações empíricas.

Já a abstração reflexionante (*réfléchissante*) difere profundamente da empírica porque por ela o sujeito retira qualidades das coordenações das ações que, por se realizarem internamente ao sujeito, não são observáveis. Quando o bebê, por volta dos quatro meses de idade, consegue olhar um objeto, agarrá-lo e levá-lo à boca, ele está coordenando três ações ou esquemas: olhar, agarrar e sugar. Onde está essa coordenação? Em seu cérebro, em sua mente. Não como coisa, mas como "operação"¹. Não pode ser observada, apenas inferida a partir da observação de seu comportamento. Quando uma criança de oito anos infere que pode obter o mesmo resultado que obteve somando $3+3+3$, multiplicando por três o mesmo número, ela coordena as duas ações de somar numa única de multiplicar. Onde está essa coordenação? No seu cérebro, na sua mente. Não como coisa, estática, mas como operação, dinâmica. Não pode ser observada, apenas inferida a partir da observação de seu comportamento. Quando um adulto, cientista, em seu laboratório de física, infere que tempo e espaço são relativos, podemos imaginar quantas coordenações de ações ele realizou, de ações concretas e formais, de ações sobre ações anteriores, de operações sobre operações anteriores até à enésima potência, sem contar as coordenações que fizeram seus antecessores. Ele não retirou isso de observáveis. Exemplo: Einstein chegou à convicção dessa relatividade operando sobre as operações de Newton e de todos os físicos que, antes dele, trataram dessa relação. Quantas operações sobre operações anteriores fizeram os matemáticos que inventaram o cálculo diferencial e integral; não só eles, mas seus antecessores que criaram as geometrias, as álgebras que tornaram possíveis as numerosas inferências - coordenações à enésima potência - para chegar a tal genial resultado!? Onde residem todas essas coordenações? No cérebro, na mente desses matemáticos ou físicos - não como coisas, mas como operações. Quantas modificações, em forma de novas organizações ou estruturas, sofreu o cérebro desses indivíduos desde o nascimento até a invenção de um novo ente matemático!?

A passagem de uma coordenação, ou de muitas coordenações sintetizadas numa estrutura, a uma coordenação ou estrutura mais complexa, faz-se por abstração reflexionante, retirando qualidades dessas coordenações e constituindo com elas novidades. Surge, então, nova estrutura ou capacidade de operação, composta de muitas coordenações de ações, mais complexa que a anterior e de maior abrangência.

A abstração 'reflexionante' é um processo que permite construir estruturas novas, em virtude da reorganização de elementos tirados de estruturas anteriores e, como tal, tanto pode funcionar de maneira inconsciente como sob a direção de intenções deliberadas: particularmente, o sujeito de uma investigação ignora, por muito tempo, de que fontes ele tem haurido os mecanismos constitutivos de sua nova construção; e um matemático pode nada saber, sem por isso sentir-se impedido de realizar seu trabalho, sobre as raízes psicogenéticas das estruturas elementares que utiliza (como, por ex., a de grupo) (Piaget, 1995, p. 193).

A abstração reflexionante, tal como a descrevi, é a forma básica que está presente nas outras formas; chamaremos de abstração reflexionante propriamente dita. Caracteriza-se ela por se apoiar sobre as coordenações das ações ou operações, estruturas, etc., anteriores para retirar delas certos caracteres e utilizá-los para outras finalidades - que não as finalidades para as quais foram construídas.

Se, porém, retirarmos dos observáveis não mais suas características, mas o que nós, sujeitos, colocamos neles, teremos uma abstração pseudoempírica (pseudo-empirique). A finalidade do presente texto é dimensionar a importância desse conceito para a Epistemologia em geral e para a compreensão do mecanismo da abstração reflexionante em particular, assim como seu significado metodológico e educacional (Becker, 2012a; 2013). Se o sujeito tomar consciência de uma abstração reflexionante, ter-se-á, independente do seu nível, uma abstração refletida (abstraction réfléchie).

No início do desenvolvimento cognitivo, a criança trabalha com abstrações empíricas - predominantes no período sensório-motor; no final desse período, aparecem as reflexionantes, de tipo pseudoempíricas - predominantes no período pré-operatório; o avanço das abstrações reflexionantes marca o período operatório-concreto e, a fortiori, o operatório-formal, com abstrações refletidas, abstrações reflexionantes com tomada de consciência. A atividade científica caracteriza-se por trabalhar intensamente com abstrações refletidas, responsáveis pela construção de conceitos.

Pode-se dizer que todas as descobertas ou invenções da humanidade, desde a pedra lascada, o fogo ou a roda, passando pelos teoremas de Euclides, até a lâmpada elétrica, o cálculo diferencial e integral, a mecânica quântica, a relatividade, a computação eletrônica, a turbina de aviação, a internet, o bóson de Higgs, a teoria unificada, etc. originaram-se de abstrações refletidas - que pressupõem todas as outras formas de abstração. É essa abstração que transforma as quase necessidades em necessidades; o possível em necessário; o finito em infinito; uma pedra redonda em esfera; não sem antes passar pela abstração reflexionante pseudoempírica. A abstração refletida é sempre um ponto de chegada,

qualquer que seja o conteúdo ou o patamar de abstração, alcançado mediante numerosas abstrações reflexionantes que pressupõem outras tantas abstrações pseudoempíricas.

Processo de Abstração Reflexionante

O processo de abstração reflexionante se realiza em dois momentos: reflexionamento e reflexão. Eles podem ser observados em todos os estádios, desde os níveis sensorio-motores (Piaget, 1995, cap. 18): o bebê é capaz, para resolver um problema novo, de valer-se de certas coordenações de estruturas já construídas, para reorganizá-las em função de novos dados.

O reflexionamento consiste em retirar qualidades das coordenações das ações, de um patamar qualquer, e transferi-las para o patamar acima. Consiste na projeção, sobre um patamar superior, daquilo que foi tirado do patamar inferior. Ex.: da ação à representação, desta às narrativas, das narrativas às comparações, destas à reflexão, da reflexão à meta-reflexão; das operações aritméticas à álgebra, das geometrias ao cálculo diferencial e integral; das concepções de espaço e tempo absolutos, às de espaço e tempo relativos; da consciência histórica presente, à consciência histórica passada ou futura; do espaço presente ao espaço distante ou longínquo; da língua falada à língua escrita, etc. É a ação do sujeito, organizada em estruturas, que realiza essas transposições, construindo pontes entre o real e a razão humana. "As raízes do pensamento devem ser procuradas na ação e os esquemas operatórios derivam diretamente dos esquemas de ação" (Piaget, 1996, p. 210).

A reflexão consiste na reorganização do que foi transferido pelo reflexionamento ao patamar superior em função do que já existia ali. Pode-se usar a seguinte metáfora: fui a uma loja de móveis e encontrei lá o móvel dos meus sonhos. Cedendo a um impulso consumista, adquiri o móvel. Assim que os carregadores o introduziram na sala de estar, ele se transformou num estorvo. O que fazer? Devolver o móvel? A solução é reorganizar o espaço da sala para que o novo móvel receba o lugar que merece e a sala receba, em função da novidade, uma nova e desejada estética. A reflexão reorganiza, no patamar superior, características das coordenações das ações trazidas do patamar inferior, em função da organização que já existe ali. Dessa reorganização surge algo novo, uma nova organização. A reflexão é, pois, um "[...] ato mental de reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que foi assim transferido do inferior" (Piaget, 1995, p. 274-275); e isso em qualquer nível cognitivo e em qualquer idade.

Como a vida de um indivíduo é única, a nova organização também tem contornos únicos. É por esse motivo que Piaget fala, além de criatividade, em inventividade.

Reflexionamento e reflexão dão origem a um processo em espiral:

Todo reflexionamento de conteúdos (observáveis) supõe a intervenção de uma forma (reflexão), e os conteúdos assim transferidos exigem a construção de novas formas devidas à reflexão. Há, assim, pois uma alternância ininterrupta de

Diagrama de uma espiral ascendente de aprendizagem, mostrando a progressão de níveis de conhecimento e reflexão.

Os níveis da espiral são:

- Nova construção
- Reflexão
- Nova construção
- Reflexão
- Nova construção
- Reflexão
- Nova construção

As setas ascendentes representam a transição entre os níveis, com rótulos como:

- Refl.
- Reflexão
- Coordenação de ações

O diagrama é limitado por linhas tracejadas no topo e na base, com o texto "Etc." em ambos os extremos. No topo, há também o texto "Refl., etc.".

O quadro acima (Quadro 1) inicia com uma linha pontilhada e termina com outra linha pontilhada. Elas significam que o processo de abstração reflexionante começa não se sabe onde e termina não se sabe onde; é um processo "sem fim e, sobretudo, sem começo absoluto" (Piaget, 1995, p. 276-277). O último capítulo dessa obra (A Rotação de uma Haste, no Período Sensorio-Motor, p. 262-268) apresenta pesquisa sobre abstrações reflexionantes de crianças ainda no período sensorio-motor. Mas esse processo conta com formas mais primitivas, formas orgânicas de autorregulação ou homeostasia, que nos levam a uma regressão sem fim, tanto no sentido onto quanto no sentido filogenético. Não importa em que patamar, uma reflexão, precedida de reflexionamento, pode redundar em uma nova construção. Pode, pois a construção do conhecimento é um processo histórico; nada está garantido, tudo tem que ser feito.

O princípio teórico subjacente à abstração reflexionante é o da (inter)ação. Interação significa que os dois polos da relação epistemológica, ao mesmo tempo opostos e complementares, são ativos. Como tudo começa com a assimilação, a ação assimiladora do sujeito inicia um ciclo de ações sobre o objeto (uma coisa, uma pessoa, uma noção ou conceito, um fato científico, uma teoria, etc.), seguido de ações de

retorno, do objeto sobre o sujeito - o objeto responde a essa ação, com uma ação de retorno. O sujeito, frente a essa ação de resistência do objeto a ser assimilado, modifica seus esquemas assimiladores (acomodação) para dar conta da nova ação que percebeu ser insuficiente. Um novo ciclo de ações pode ser inaugurado se o sujeito resolver continuar e voltar a agir sobre o objeto, agora com capacidade de assimilação melhorada devido à acomodação, completando um ciclo de equilíbrio majorante ou de abstração reflexionante.

Portanto, a reflexão faz surgir uma nova organização que terá, por um lado, as características próprias da estrutura cognitiva da espécie humana (Piaget, 1978b) e, por outro, variadas riquezas das experiências individuais de um sujeito humano particular, histórica e socialmente situado, que vive um processo de interação entre ele e o meio físico e social.

Encontramos a interpretação de que um novo patamar já contém uma organização, uma estrutura, em outro livro (Piaget, 1974a) do autor. O novo patamar no qual a reflexão reorganiza os elementos trazidos do patamar inferior não se encontra vazio, não é tábula rasa.

Em segundo lugar, essa abstração 'reflexionante' comporta uma 'reflexão' no sentido de uma reorganização mental, e isso necessariamente, pelo fato de que o 'reflexionamento' chega a um patamar superior no qual trata inicialmente de reconstruir o que foi abstraído do patamar inferior, de modo a ajustá-lo à estrutura desse patamar superior... (Piaget, 1974a, p. 82, grifo nosso).

O patamar superior não é, pois, vazio ou tábula rasa. Há nele uma estrutura que é reconstruída por reflexão, pondo em relação ao que foi trazido do patamar inferior com a estrutura previamente existente, construída. Por isso os sucessivos processos de reflexionamentos e reflexões são responsáveis pela criação de novidades. "Numa palavra, o duplo processo do 'reflexionamento dos reflexionamentos' inferiores e da 'reflexão sobre as reflexões' precedentes constitui um dinamismo ininterrupto, do qual procuramos caracterizar algumas das etapas, as mais simples" (Piaget, 1995, p. 205).

Ao chegar-se ao estágio das operações formais, tornam-se possíveis reflexões de nível superior - o sujeito resolve inteiramente o problema em pauta pela via exclusivamente dedutiva, portanto por antecipação; em vez de reconstruções sucessivas, retroativas, como no estágio anterior (operatório concreto), ele coordena tudo "[...] em um sistema único de inferências proativas" (Piaget, 1995, p. 57). Há, então, explicação clara "[...] pelo pensamento reflexivo, de traços comuns e de diferenças entre os dois tipos de estrutura" (Piaget, 1995, p. 58). É para designar esse ponto de chegada que Piaget utiliza o termo reflexivo. Entendo, por isso, que não se pode traduzir a *abstraction réfléchissante*, nem sequer a *abstraction réfléchie*, por abstração reflexiva. Piaget reserva esse adjetivo para o pensamento operatório formal - *pensée réfléxive* (pensamento reflexivo) - pensamento que reúne todas as variáveis de um problema numa totalidade operatória, o que exige capacidade de antecipação; isso só pode acontecer no nível formal.

Notamos, em terceiro lugar, que no domínio espacial, como no que se refere à noção de ordem, a abstração refletida começa tardiamente em relação ao

que produz o processo como tal, da abstração reflexionante, depois do que ela atinge o mesmo nível [...] e, finalmente, é fonte de progresso, engendrando reflexões sobre reflexões, dito de outro modo, um início de pensamento reflexivo e não mais somente refletido. A pesquisa sobre o perímetro e a superfície dos retângulos [Cap. 12] conduziu, notavelmente, a tais constatações, o pensamento reflexivo permitindo ao sujeito encontrar a razão de suas observações precedentes (incompatibilidade de duas conservações simultâneas) (Piaget, 1995, p. 273, grifo nosso).

Nas conclusões gerais, Piaget retoma o problema com ainda mais destaque, ao tratar dos graus do reflexionamento:

[...] inicia-se um quarto, depois, novos patamares de reflexionamento, caracterizados por 'reflexões' sobre as reflexões precedentes e chegando, finalmente, a vários graus de 'meta-reflexão' ou de pensamento reflexivo (réflexive), permitindo ao sujeito encontrar as razões da conexão, até então simplesmente constatadas [...] o essencial torna-se a própria reflexão, por oposição ao 'reflexionamento' (Piaget, 1995, p. 275).

O processo de abstração reflexionante, responsável pela construção do conhecimento no plano das trocas simbólicas humanas, instaura-se no período sensório-motor, potencializa-se com o surgimento da função simbólica (iniciando o período pré-operatório), realiza salto qualitativo com a construção da reversibilidade operatória (operatório concreto), ainda incompleta, e se consolida com o advento da reversibilidade completa (operatório formal) com a qual o sujeito adentra a vida adulta. A abstração pseudoempírica exerce papel fundamental nesse processo, papel valorizado por Piaget, mas pouco valorizado pelos piagetianos e, inclusive, por colaboradores da obra *Abstração reflexionante*; alguns deles a ignoram completamente mesmo quando seus experimentos apresentam numerosas abstrações desse tipo. O mérito dessa forma de abstração reside, por um lado, em sua capacidade de criticar, ao mesmo tempo, o empirismo e o apriorismo, o realismo ingênuo e o idealismo; e, por outro lado, em sua riqueza metodológica, pois grande parte das abstrações, aparentemente empíricas são de fato reflexionantes, visto que, ao retirar qualidades dos objetos, o sujeito retira, de fato, qualidades de suas ações; melhor, das coordenações de suas ações.

Abstração Pseudoempírica

Relembremos que a abstração pseudoempírica consiste em retirar dos observáveis não suas características, mas aquilo que o sujeito colocou neles. Por ela, o sujeito projeta no mundo dos observáveis suas coordenações de ações. Ao retirar características dos observáveis, não retira o que pertence aos observáveis, mas o que ele, sujeito, colocou neles. A enumerabilidade de um conjunto de objetos, como as contas de uma fileira do ábaco, não está no ábaco; se o sujeito a retira das contas da fileira do ábaco é porque ele a colocou lá. A enumerabilidade das frutas de um cesto não está nas frutas; se o sujeito a retirou das frutas é porque ele a colocou nelas.

Piaget (apud Montangero; Maurice-Naville, 1998, p. 92) reproduz a narrativa do matemático e epistemólogo Gonseth para ilustrar a abstração pseudoempírica. Aos seis anos de idade, Gonseth, que recém aprendera a contar, alinha e enumera 10 pedrinhas. Constata que o resultado é sempre 10, quer conte começando pela direita, pela esquerda, forme um círculo e conte iniciando por uma direção ou por outra. "Esse novo conhecimento é tirado por abstração, não das propriedades das pedrinhas, mas da organização que o sujeito ali introduziu. Trata-se, portanto, de uma experiência 'lógico-matemática' que dá lugar a um novo saber por abstração reflexionante" (Piaget apud Montangero; Maurice-Naville, 1998, p. 92). O sujeito usa os objetos da realidade como suporte necessário, mas retira, de fato, qualidades das coordenações de suas ações e não dos objetos como tais, como na abstração empírica. Trata-se, por isso, de um caso de abstração reflexionante.

Piaget observa que nos níveis pré-operatórios e no nível das operações concretas, o sujeito consegue efetuar construções, que mais tarde se tornarão puramente dedutivas, apoiando-se constantemente sobre seus resultados constatáveis. São exemplos disso o que acontece: com o ábaco, nas primeiras operações aritméticas; com a contagem das sementes postas em fileira, em círculo, em retângulo, triângulo, etc.; com a visão de uma bacia, um cone ou um funil invertido de base hemisférica nas oscilações de um pêndulo; com a abstração de uma esfera de uma pedra toscamente arredondada; com o dobro, a metade da metade, o quase nada mais, o menor que, o maior que no caso das reguinhas; com a ordem necessária no caso do cogumelo, com a determinação de n a partir de n' transferindo a ordem necessária da montagem do cogumelo para a operação que o experimentador deverá fazer para determinar n ; com a ordenação de objetos quaisquer etc.

A leitura de tais resultados faz-se a partir de objetos materiais, como nas abstrações empíricas, mas as propriedades constatadas são introduzidas nesses objetos pela atividade do sujeito. Faz-se abstração pseudoempírica com a ajuda de observáveis ao mesmo tempo exteriores e construídos graças a ela; ao contrário do que acontece na abstração empírica. Nesta, as características retiradas pelo sujeito são propriedade dos objetos antes da ação do sujeito sobre eles.

Pela abstração empírica, na medida em que retira características de observáveis, o sujeito realiza generalizações indutivas, portanto probabilísticas, desprovidas de necessidade; pela abstração reflexionante, da qual faz parte a abstração pseudoempírica, retira qualidades das coordenações das ações (não observáveis) realizando generalizações construtivas (Piaget, 1978b), cada vez mais providas de necessidade, possibilitando raciocínios dedutivos. Essas generalizações possibilitam, por sua vez, atingir o universal e o necessário - objetivo último dos conhecimentos físicos e matemáticos e ambição de todas as demais ciências. Com a abstração empírica apenas, o sujeito nunca chegará a deduções lógico-matemáticas; chegará, no máximo, a induções prováveis. O universal e o necessário, tal como o infinito e o conjunto dos possíveis, não são observáveis; não são características dos objetos e, por isso, não

são objeto de abstração empírica, são características das operações do sujeito possibilitadas pelas coordenações das ações, cujas características constituem matéria prima da abstração reflexionante. De onde então o sujeito retira instâncias desse teor - universalidade, necessidade, conjunto dos possíveis, etc. - tão presentes na matemática, na lógica, na física, na filosofia, de certa forma em todas as ciências?

A abstração pseudoempírica, embora reflexionante, situa-se a meio-caminho entre as abstrações empíricas e reflexionantes; ela possibilita a realização de um jogo mental altamente eficiente utilizando ao mesmo tempo as qualidades da abstração empírica e o eficiente mecanismo da reflexionante; atende à necessidade do aspecto figurativo, mas é, de fato, operativa. Um dos exemplos mais expressivos, utilizado pelo próprio Piaget, é o do ábaco, como vimos acima. Esse aparelho tem um número finito de contas. Como o sujeito adquire a noção de infinito ($n+1$ - pode-se sempre acrescentar 1 a um número n) ao calcular com os recursos desse aparelho? A abstração empírica não explica.

[...] a abstração pseudoempírica apareceu bem como um caso particular de abstração reflexionante: o que o sujeito tira dos objetos (além, naturalmente, de suas qualidades físicas registradas por abstração empírica: diferença de cores e de tamanho) são as propriedades que é capaz de neles introduzir, de acordo com o nível de suas coordenações de ações (Piaget, 1995, p. 147).

[...] a abstração 'pseudoempírica' não se reduz a um conjunto de constatações, mas exige a utilização de um quadro assimilador, tal como acontece com a própria abstração empírica, salvo que na situação pseudoempírica este quadro é mantido para assegurar uma leitura adequada dos dados [...], de tornar a juntar as operações que têm permitido a construção da série [aditiva complexa, p. ex.] e cujas propriedades de ordem têm sido, por este fato, introduzidas nos objetos (Piaget, 1995, p. 186).

Nessa modalidade de abstração, as qualidades que o sujeito tira dos objetos não pertencem a eles; foram introduzidas neles pelo sujeito, por sua atividade. A abstração pseudoempírica é uma variante da reflexionante; o sujeito realiza construções apoiando-se sempre sobre resultados constatáveis que muito mais tarde se tornarão dedutivos, como acontece com exercícios de aritmética com o recurso do ábaco. Ela apoia-se, pois, sobre objetos arranjados previamente pelo sujeito e não sobre objetos quaisquer. Nunca é demais lembrar que fazemos numerosas induções e deduções na informalidade do cotidiano; a fortiori, na formalidade de nossas ações: no trabalho, na vida acadêmica ou na atividade científica.

Para compreendermos melhor essa forma de abstração, transcreverei, pela total pertinência ao tema deste texto, seis falas de professores, já analisadas alhures (Becker, 2012b) sob o ponto de vista da epistemologia subjacente à docência de matemática. A coleta de dados dessa pesquisa foi feita mediante entrevista semiestruturada, individual, com 34 professores de todos os níveis de ensino. Início com a fala da professora de sexta série do Ensino Fundamental:

Quando tu abraças uma árvore, tens a noção perfeita do que será futuramente um cilindro, aquele tronco, do que seja uma circunferência; [...] a árvore serrada te dá

o contorno de uma esfera... Creio que a criança pode ter muita facilidade para a matemática quando ela tem experiências desse tipo (Becker, 2012b, p. 26).

No desconhecimento da abstração pseudoempírica, a docente atribui à abstração empírica a aquisição da noção de cilindro e de circunferência. Na tese empirista, o sujeito faz cópia da realidade física, internalizando essa cópia; nisso consistiria uma noção qualquer. Entretanto, a forma perfeita do cilindro é delineada por operações matemáticas; ela não existe na natureza ou no universo. A noção de cilindro, que a professora tirou do tronco da árvore observada, não pertence à árvore; foi posta lá por ela ou por qualquer sujeito que retire de um tronco de árvore um cilindro. Do mesmo modo, a árvore serrada não contém a circunferência que, copiada pela percepção do sujeito, redundaria na noção matemática de circunferência. Embora pareça cópia perceptiva, como na empírica, trata-se de qualidades das coordenações de suas ações que o sujeito abstrai e organiza em novo patamar de reflexionamento; coordenações de suas ações que ele colocou no tronco da árvore.

Tanto o cilindro quanto a circunferência são construções matemáticas, realizadas pela mente humana, a partir de inumeráveis mapeamentos (Damásio, 2011) que o cérebro fez de inúmeros objetos e das inúmeras ações que exerceu sobre esses objetos. Se a circunferência é o lugar geométrico dos pontos de um plano, que se encontram equidistantes de um ponto fixo, e o ponto fixo é o centro e a equidistância o raio da circunferência, caracteriza-se seu conceito por generalização construtiva, ao mesmo tempo necessária e englobando o conjunto dos possíveis; necessariamente, todas as possíveis circunferências caberão nessa definição. Tal definição não pode se originar, pela universalidade e necessidade de que se reveste da percepção de objetos particulares. Resulta de construções do sujeito por abstração reflexionante que conta com contribuições indispensáveis de seu desdobramento, isto é, da abstração pseudoempírica. A fala da professora, de posse do conceito de abstração pseudoempírica, poderia ser assim:

Ao abraçar uma árvore estás dando continuidade ao processo que se iniciou pelo menos desde o nascimento. Mediante inumeráveis ações, coordenadas com tantas outras ações, pudeste realizar generalizações construtivas sintetizando as novas coordenações de ações com a síntese das coordenações de ações anteriores, até chegar a construções matemáticas como a do cilindro ou da circunferência. Estas não existem na realidade observável e estão fora do alcance das abstrações empíricas.

O estímulo, cuja importância não deve ser subestimada, não pode engendrar uma noção; uma noção é construída por abstração reflexionante, retirando qualidades das coordenações das ações até agora exercidas. Reside ali a diferença entre configuração perceptiva e conceito. A imagem perceptiva sinaliza as coisas da realidade; o conceito opera com necessidade o conjunto dos possíveis, incluindo neles o real.

a) No experimento sobre os movimentos de um objeto suspenso por um barbante (Piaget, 1995, Cap. 13 - Os movimentos de um projétil suspenso), tal como um pêndulo, os sujeitos de 4,8 a 12 anos de idade, são desafiados a:

Desafio 1: "[...] representar o barbante como o raio de comprimento constante de uma porção de circunferência" (Piaget, 1995, p. 220).

Desafio 2: pôr em relação o centro fixo, o comprimento do barbante e a curvatura do trajeto da bola - o movimento do barbante esticado cuja "[...] rotação engendra um arco de círculo e a soma de seus arcos constitui um cone" (Piaget, 1995, p. 221), ou "[...] um funil invertido de base hemisférica" (Piaget, 1995, p. 207).

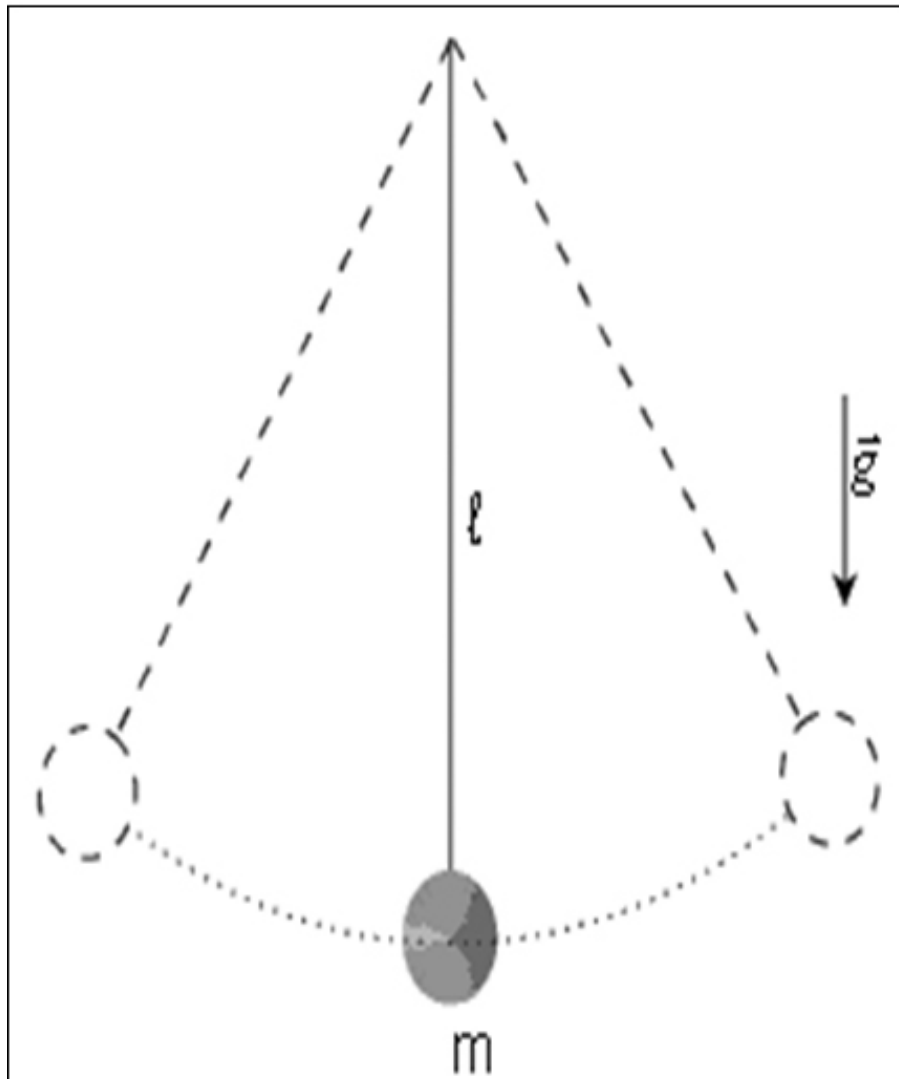


Figura 1

Funil Invertido de Base Hemisférica

Fonte: Piaget (1995)

As descrições dos sujeitos dão conta de suas construções por coordenações de ações, com a ocorrência de abstrações pseudoempíricas, apesar de "[...] uma intervenção necessária e abundante de abstrações empíricas" (Piaget, 1995, p. 207). STE (8;5)² vê: "A metade de um círculo" (Piaget, 1995, p. 215). OLI (9;6) diz: "Isto vai fazer uma roda" (Piaget, 1995, p. 216). BON (11;7) descreve o barbante, visto lateralmente como "um arco de círculo" e os caminhos da bolinha, suspensa no barbante, delineariam uma "estrela côncava"; depois diz:

"Sim, a gente está no fundo do prato". E acrescentou que, se tivesse um monte de ramificações de estrelas, daria "um prato côncavo" (Piaget, 1995, p. 218). ODI (11;5) viu "uma bacia" (Piaget, 1995, p. 217-218).

Ora, como os movimentos de um pêndulo ou um barbante suspenso no teto com uma bolinha pendurada em sua extremidade podem configurar um arco de círculo, uma estrela côncava, um prato côncavo, um fundo de prato ou uma bacia? Tais construções dos sujeitos da pesquisa não podem ser explicadas por abstração empírica, embora os sujeitos a tenham feito em abundância. São explicadas por abstrações pseudoempíricas; reflexionantes, portanto. No projétil suspenso não há um arco de círculo, uma estrela ou prato côncavo, uma bacia ou, mesmo, um cone ou um funil invertido de base hemisférica (Figura 1); o sujeito tirou-os de lá porque ele os colocou lá, previamente. Extraíu-os por abstração pseudoempírica.

b) No experimento "Séries aditivas e exponenciais" (Piaget, 1995, cap. 8), apresentam-se a crianças de 4,7 a 12,6 anos de idade dois conjuntos de cinco réguas, ou bastões, cada. As réguas do primeiro (A) medem, respectivamente, 2, 4, 6, 8, 10 cm, as do segundo (B) 2, 4, 8, 16, 32 cm. Assim que a criança consegue ordená-las, pergunta-se "em que os dois montes (A e B) são semelhantes e em que diferem" (Piaget, 1995, p. 142). Pede-se também para dizer como cada série continuaria, para mais ou para menos.

JEA (6;8) diz: "As reguinhas são as mesmas, os dois [conjuntos] são escadas, mas lá tem um (bastão) muito grande e lá, um menor" (Piaget, 1995, cap. 8). Pergunta-se, de onde ele retirou muito grande e menor se essas qualidades não estão nas reguinhas. RUC (10;9) diz: "Lá (B) não tem o mesmo espaço: é sempre o dobro do tamanho das peças, quer dizer, vai duas vezes no seguinte" (Piaget, 1995, cap. 8). De onde ele tirou o dobro e vai duas vezes no seguinte se tais caracteres não estão nas réguas ou bastões? CRI (12;6), referindo-se a B, afirma: "O dobro da que precede, sempre o dobro". E, na direção inversa, "A metade, a metade da metade". E continua: "Até quase nada mais..." (Piaget, 1995, cap. 8). De onde ele retirou o dobro, a metade da metade e quase nada mais se essas características não estão nos bastões? Resposta, ele retirou das réguas o que colocou nelas.

Quando o sujeito acrescenta uma régua de 12, ao conjunto A e uma de 64, ao conjunto B, de onde ele tirou essas dimensões? Elas não estão nas reguinhas de 12 cm e de 64 cm que nem sequer existem. Foi ele que as colocou nessas réguas imaginárias.

Nessas seriações o sujeito tira dos bastões propriedades que ele conseguiu introduzir neles "de acordo com o nível de suas coordenações de ações" (Piaget, 1995, p. 147).

Todos os nossos sujeitos, tendo construído 'escadas', veem que as reguinhas são ordenadas em ordem crescente ou decrescente. Já as duas estruturas, da igualdade dos intervalos em A e de seu aumento em B, somente são percebidas na sua diferença, quando o sujeito souber construí-las (Piaget, 1995, p. 147).

É preciso, pois, admitir que as relações lógico-matemáticas e notadamente seriais, introduzidas nos objetos, somente serão acessíveis a um sujeito se for ele próprio quem se encarregou da operação, ou se dela for capaz (Piaget, 1995, p. 148).

O nível estrutural do sujeito e sua capacidade de construir estruturas delimita sua capacidade de fazer abstrações pseudoempíricas. "[...] a abstração pseudoempírica consiste em apreender propriedades apresentadas por um objeto, propriedades estas introduzidas por ações anteriores do sujeito..." (Piaget, 1995, p. 141).

Numa palavra, o sujeito retira dos conjuntos A e B as propriedades de ordem das réguas, propriedades que não pertencem a elas. O sujeito retirou das réguas propriedades que, previamente, colocou nelas.

c) No experimento "A inversão das operações aritméticas" (Piaget, 1995, cap. 3), apresentam-se, a crianças de 6,6 a 11,1 anos de idade, dois objetos: um cogumelo ou lâmpada composto de sete peças superpostas numa ordem necessária e um grande cubo composto por oito pequenos cubos que podem ocupar qualquer posição no cubo grande, ou seja, em ordem não necessária. Apresenta-se, também, o seguinte problema: o experimentador, de costas para a criança, pede para que ela anote um número inicial n , sem anunciá-lo; pede, então, para acrescentar 3 a esse número, depois multiplicar o resultado por 2 e finalmente adicionar 5 [$n' = 2(n+3) + 5$]; obterá n' . O problema consiste em julgar se o experimentador poderá chegar a n a partir de n' .

STA (8;6) diz: "Há somente uma ordem... para construir o cogumelo precisaria por em ordem, e para encontrar 12 precisaria por algarismos em ordem, não, os números" (Piaget, 1995, p. 52). FRA (9;1) insiste: "Você deveria ter feito na boa ordem... É necessário por na ordem inversa o que se tinha feito e fazer o contrário das operações" (Piaget, 1995, p. 52). RAR (11;1), reconhecendo a ordem necessária, afirma: "É como uma contagem em sentido contrário"; e, na comparação com o cogumelo: "Sim, é parecido, não há duas maneiras de reconstruí-lo, e de encontrar 42 a partir de 95, ao passo que no caso do cubo e das próprias adições: "Chega-se ao mesmo resultado, na ordem e na desordem" (Piaget, 1995, p. 53).

O sujeito põe, nas peças esparramadas sobre a mesa, uma ordem; ajuntadas as peças, surge um cogumelo. Onde estava o cogumelo? Em sua mente. Foi ele quem colocou nas peças esparramadas o cogumelo. Onde está a ordem (necessária) que STA e RAR transferem do cogumelo para o problema que consiste em encontrar n a partir de n' ? Na mente desses sujeitos! Os números são, já, uma construção que implica essa ordem vinda das coordenações das ações do sujeito; dizer 8 significa, pela sua própria identidade, menor que 9, etc. e maior que 7, etc. Onde está o 8, o 9, o 7? Onde está o menor que, o maior que? Na mente do sujeito! Não pode ser retirado dos objetos por abstração empírica. A sexta peça do cogumelo vem necessariamente depois da quinta. Onde está o necessariamente? Não está na quinta peça, está na mente do sujeito. Quem colocou a ordem, de 1ª à 7ª, entre as peças do cogumelo? Ela não está embutida nas peças; está entre as peças. Se a ordem existe e não está nas peças, só há uma resposta: foi o sujeito que a colocou lá.

[...] pode-se constatar, por uma abstração 'pseudoempírica', que a ordem é introduzida no interior das partes do cogumelo pela ação ordenadora, ou seja, "ler" nos objetos o resultado do encadeamento serial, o que é bem mais fácil do que

tomar consciência das etapas sucessivas e das exigências deste processo enquanto tal (Piaget, 1995, p. 54).

Quanto à abstração de ordem necessária em uma sequência de operações [...] ela aparece apenas no nível IIB e, ainda em geral [...] sob a forma de uma abstração pseudoempírica... (Piaget, 1995, p. 57).

A abstração pseudoempírica permite atribuir valores numéricos à multiplicidade do real. Quando alguém diz que a montadora fabricou 40.000 automóveis no último mês, 40.000 não é uma qualidade dos automóveis. Se o sujeito retira 40.000 desses automóveis é porque, previamente, ele colocou neles 40.000. Esse número, ao contrário da convicção da grande maioria dos professores de matemática (Becker, 2012b), que afirmam que a matemática está na realidade, que tudo é matemática, só existe na mente do sujeito. Ele construiu a capacidade de quantificar por abstração reflexionante, com a especial contribuição da pseudoempírica.

Vê-se, no total, quanto são variadas e cada vez mais complexas as diversas formas de abstrações em jogo na solução destes pequenos problemas, e isso mostra, ainda uma vez, que a abstração reflexionante não é uma entidade estática, mas evolui sem cessar, assim como suas subvariedades pseudoempíricas e refletidas (Piaget, 1995, p. 58).

Desconhecimento da Abstração Pseudoempírica e Ensino

Analisaremos algumas manifestações de docentes de matemática, colhidas na pesquisa Epistemologia do professor de matemática (Becker, 2012b). A professora, formada em matemática, responde à pergunta: Quando surgiu, na história, a matemática que tu ensinas?

A nossa matemática, eu acho que sempre existiu [...]. O que aconteceu é que, em determinado momento, alguém se deu conta dessa relação: do que já existia na natureza e que, hoje, chamamos de matemática; as relações matemáticas sempre existiram no universo e ainda deve ter muito mais coisas para descobrir, de matemática; no momento que tu compreende que alguém descobriu é porque existia (Becker, 2012b, p. 235).

Ela desconhece a abstração pseudoempírica e todo o processo de construção das estruturas lógico-matemáticas por abstração reflexionante. Pensa, por isso, que a matemática está na natureza e que os matemáticos retiraram os entes matemáticos da realidade exterior, por abstração física ou empírica. Paradoxalmente, surge daí um platonismo: a certeza da eternidade das ideias matemáticas ou, pelo menos, de que elas existem desde que o mundo existe - para os crentes, desde a criação do mundo (sete mil anos), para os cientistas, desde o Big Bang (catorze bilhões de anos). A professora não faz ideia das qualidades das ações próprias e do que seu cérebro, ou o cérebro humano é capaz de confeccionar retirando materiais de construção das ações do sujeito do qual faz parte. Para ela, a matemática não provém da construtividade humana, mas da descoberta do que já existia na natureza.

A construtividade produz novidade, a descoberta apenas revela o que já existe.

O professor de Ensino Fundamental, biólogo, diz:

A matemática já existe no próprio universo... Não é o homem que está inventando a matemática. A matemática já existe, sempre existiu. [...]. Onde [Pitágoras] foi buscar os subsídios [para seu teorema]? Estava pronto na natureza? Estava! [...] Não se cria nada, as coisas não são criadas, elas já existem; ao homem apenas compete buscar isso (Becker, 2012b, p. 247).

Ele desconhece a abstração pseudoempírica. Pensa, por isso, que a matemática está na natureza; não foi o homem que a colocou lá. É enfático ao negar a construtividade inventiva (que chama de criação = fazer algo do nada) do sujeito humano. Ele pensa que o teorema de Pitágoras estava pronto na natureza, já existia no mundo; o grego, fundador da escola pitagórica, apenas foi buscá-lo. O professor tem a sensação clara de que os matemáticos retiraram os entes matemáticos da realidade exterior, física. Paradoxalmente, surge dali um platonismo: a certeza da eternidade das ideias matemáticas ou, pelo menos, de que elas existem desde o início do mundo - da criação ou do Big Bang. Não faz ideia do que as próprias ações são capazes.

Pergunta-se à professora, graduada em Engenharia: O que é abstrair? Ela responde:

É sair da realidade [física], por exemplo, para estudar o movimento de um corpo. Se usar uma rampa, botar um objeto e esse objeto descer naquela rampa, o aluno vai entender [porque ele está vendo]. Agora, se eu colocar no papel e mostrar para ele: 'Olha, desacelera, acelera e a velocidade pode ser representada por uma grandeza [e] a aceleração por outra', daí ele começa a se perder. 'O aluno vai entender o quê, exatamente, neste caso da rampa?'. Ele vai ver o movimento, vai medir; vai se convencer que realmente aquele modelo que a gente usa para expressar o movimento funciona. Eu vejo assim (Becker, 2012b, p. 99).

Abstrair, para a docente: É sair da realidade, [...], para estudar o movimento de um corpo. Metodologicamente correta é a atitude da professora de propor o afastamento do fenômeno para poder compreendê-lo.

"Agora, se eu colocar no papel e mostrar para ele: 'Olha, desacelera, acelera e a velocidade pode ser representada por uma grandeza [e] a aceleração por outra', daí ele começa a se perder" (Becker, 2012b, p. 99). Se abordar teoricamente (colocar no papel) e disser para o aluno que a velocidade pode ser representada por uma grandeza e a aceleração por outra, o aluno não entenderá. De acordo com ela, o que o aluno precisa é apenas de abstração empírica.

"Ele [o aluno] vai ver o movimento, vai medir; vai se convencer que realmente aquele modelo que a gente usa para expressar o movimento funciona" (Becker, 2012b, p. 99). Segundo a professora, o aluno vai capturar o movimento ao vê-lo ou ao medi-lo; isto é, ao tirar do objeto uma característica supostamente inerente a esse objeto.

Ela entende que o movimento está na coisa que desce a rampa. Se observar atentamente vai poder representar a velocidade - que está na coisa, é uma qualidade da coisa - por uma grandeza; e a aceleração - que

está na coisa, é uma qualidade da coisa - por outra. Entende que o modelo matemático que descreve velocidade e aceleração está no objeto que desce a rampa.

A professora faz abstração pseudoempírica, mas não sabe que o faz; por isso pensa que faz abstração empírica e que os alunos também precisarão fazê-la, como condição suficiente para a compreensão do fenômeno. Não sabe que aquilo que está tirando do objeto que desce a rampa foi colocado nele por ela. Não suspeita das qualidades das próprias ações. Acredita que movimento, velocidade e aceleração estão na coisa que desce a rampa. Acredita que, se observar atentamente a descida, poderá abstrair do objeto em movimento acelerado tanto a velocidade quanto a aceleração que estão nele. Ela acredita que o modelo matemático é uma linguagem, e apenas isso, capaz de representar a velocidade por uma grandeza; e a aceleração por outra. Toda a complexa capacidade lógico-matemática, originada das coordenadas das ações do sujeito e apropriada por abstração reflexionante (neste caso pseudoempírica) é desconsiderada em favor da leitura empírica da experiência.

O professor de Ensino Médio tece uma crítica contundente ao ensino de matemática:

A matemática é ensinada em função da própria matemática, e não em função das pessoas. [O professor] dá 200 exercícios iguais, na 'teoria' da repetição: repete, repete, repete a mesma coisa até o cara memorizar; 15 dias depois, ele esqueceu tudo. Quando for precisar, como base para outro conteúdo, não sabe (Becker, 2012b, p. 31).

Ele se dá conta de que o ensino, ao propor a repetição como caminho da aprendizagem de matemática, está assumindo o fetiche empirista de que a verdade está na coisa, no objeto; agora, a coisa é a própria matemática. É preciso repeti-la inúmeras vezes, como um mantra, para que essa verdade seja internalizada, isto é, retirada (abstraída, no sentido pré-piagetiano) da coisa e introduzida eficazmente na mente. Segundo essa crença, a repetição é o preço a ser pago para se chegar à compreensão.

Embora no limite do folclórico, a resposta da professora de Ensino Fundamental, respondendo à pergunta: Se ensinares os conteúdos que ensinas para uma criança pequena, será que ela aprenderia? é elucidativa:

Olha, como eu acredito muito nas coisas até que se prove o contrário, eu acho [que sim]. Até uma vassoura, ninguém sabe se a vassoura pensa ou não pensa. [...] se eu chegar para o meu gato, [...] e falar para ele que dois e dois são quatro, será que ele não entenderia? (Becker, 2012b, p. 176).

A professora não tem consciência de que ela abstraiu da vassoura o que ela mesma colocou lá; fez o mesmo com o gato. Não tem consciência de que fez abstrações pseudoempíricas. Seu agnosticismo a respeito da capacidade cognitiva humana é levado ao limite de suspeitar que o gato possa ter uma capacidade aritmética que, por capricho do próprio ou por algum mistério, o felídeo não a expressa; por isso não ficamos sabendo. No limite extremo, até uma vassoura poderá estar pensando - sabe lá o quê... Como ela não se comunica, jamais saberemos o que pensa. A professora não mostra a mínima consciência, sequer a mínima suspeita de que ela

retirou do gato e da vassoura, o que ela mesma colocou neles. Pensa, por isso, que faz abstrações empíricas.

Com esse exemplo, fica claro que nem toda abstração pseudoempírica é legítima. Quando uma criança de cinco anos afirma que a fila de cinco fichas vermelhas mais espaçadas tem mais fichas que azuis, o tem mais foi por ela colocado na fila das vermelhas; esse tem mais não é característica das fichas vermelhas. Se a criança retirou isso das vermelhas foi porque ela o colocou lá. Do mesmo modo, quando ouço ruídos estranhos num casarão escuro e atribuo os mesmos a fantasmas ou a espíritos, fui eu quem colocou lá esses fantasmas ou espíritos. Essa forma de abstração pode ser fonte riquíssima de progressos cognitivos; entretanto, pode ser também fonte de numerosos equívocos.

Nas comparações entre os dois experimentos do capítulo 12 (Piaget, 1995 - *Relações entre superfícies e perímetros dos retângulos*, p. 193-205), os sujeitos superdimensionam as estimativas das superfícies e dos perímetros dos retângulos de um experimento em detrimento das estimativas do outro, a ponto de o autor afirmar que "Estes são casos admiráveis de rigor dedutivo no menosprezo dos fatos [...]" (Piaget, 1995, p. 204). Ele já havia chamado a atenção ao dizer que: "Ora, isto não é coisa fácil, visto que toda representação espacial pode depender, em parte, da geometria do objeto e, em parte, da geometria do sujeito, em dosagens difíceis de determinar" (Piaget, 1995, p. 197).

[...] são as mudanças perceptivas das figuras que fazem crer nos aumentos ou diminuições simultâneos das superfícies e dos perímetros, conforme as percepções centrem-se nos alongamentos, notadamente nas ultrapassagens das fronteiras do quadrado, por retângulos cada vez mais compridos, ou centrem-se nos adelgaçamentos. As soluções de compromisso [...] parecem dever-se aos mesmos fatores, tanto que não intervém [...] uma ideia de compensação (Piaget, 1995, p. 197-198).

A superação desses impasses, envolvendo abstrações pseudoempíricas, poderá ser atingida com progressivas abstrações refletidas.

Abstração Reflexionante e Educação

A abstração reflexionante, nas suas modalidades pseudoempírica e refletida, abre-se como possibilidade de superação da metodologia da repetição, amplamente consagrada pela escola. A repetição deve ter seu lugar preservado, mas relativizado em relação a tantas outras possibilidades de aprendizagem mais nobres que ela. Enquanto essa metodologia reduz o sujeito à passividade, a abstração reflexionante garante os fundamentos teóricos necessários para uma pedagogia ativa - pedagogia que, para muito além da cópia e da repetição, aposta na criatividade e inventividade da ação do sujeito da aprendizagem.

Ainda que nossos trabalhos não tenham nenhuma intenção pedagógica, parece difícil deixar de salientar o fato de que o conhecimento das reações de escolares, descritas nesta obra, possa ser de alguma utilidade para os educadores. Pensamos particularmente nas surpreendentes dificuldades da criança em compreender a

significação das multiplicações ultra simples do Cap. 1 desta obra (Piaget, 1995, p.7).

Parte importante dessas conquistas deve-se à abstração pseudoempírica. Reveste-se ela de inestimável valor epistemológico na medida em que é capaz de criticar tanto a epistemologia empirista quanto a apriorista. A interação, como cerne do processo de construção da capacidade cognitiva, não elege o sujeito ou o objeto como seu centro, mas a ação do sujeito enquanto ela põe em relação ou interação essas duas instâncias pelo processo de equilíbrio. A abstração pseudoempírica mostra, com meridiana clareza, o papel fundamental da ação do sujeito na constituição das capacidades cognitivas.

A fim de pôr em relação sujeito e objeto, não basta interpretar a ação constitutiva do sujeito conhecedor como composta simplesmente por abstrações, empíricas e reflexionantes; impõe-se a valorização da empiria enquanto acessível pela atividade do sujeito no plano das coordenações das ações e, ao mesmo tempo, valorizar as coordenações das ações como caminho necessário da busca da empiria. Isso se tornou possível, como vimos, pela abstração pseudoempírica; por ela o sujeito enriquece, de forma substantiva, o dado empírico.

Com isso, as críticas dirigidas a Piaget são respondidas tanto àqueles que consideravam que sua teoria não passava de uma atualização da teoria de Hull, uma forma nova de behaviorismo, portanto; quanto àqueles que o acusaram de idealismo - ao reduzir tudo ao sujeito, ele não teria levado em conta as contribuições do meio social. A abstração pseudoempírica busca na empiria as coordenações das ações do sujeito; parte considerável das coordenações das ações ele as projeta no mundo empírico. Sempre que ele busca, na realidade empírica, qualidades que não pertencem a ela, ele encontra lá as próprias ações ou as coordenações de suas ações; isto é, o que ele colocou lá.

Isso nos leva a formular algumas perguntas importantes, entre tantas outras possíveis: O que um cientista ou pesquisador faz mais, abstrações empíricas ou reflexionantes? O que um cientista ou pesquisador faz mais, abstrações empíricas ou pseudoempíricas? As metáforas nas obras de um poeta ou de um literato não seriam, em sua grande maioria, abstrações pseudoempíricas? A astrologia seria composta, em sua totalidade, por abstrações pseudoempíricas? A astronomia, apesar de diferenciar-se profundamente da astrologia, utilizaria, além de abstrações empíricas, grande quantidade de abstrações pseudoempíricas seguidas de abstrações refletidas? O músico, o ator e o dramaturgo fariam uso considerável de abstrações pseudoempíricas? O que um mecânico, um tecnólogo, um produtor de softwares faz mais, abstrações empíricas ou pseudoempíricas? E o matemático faz abstrações pseudoempíricas? As respostas a essas questões poderão mostrar o quanto essa forma de abstração poderá impactar as metodologias de pesquisa.

Sempre que agirmos no sentido de impedir a ação do sujeito por não acreditarmos no seu poder constitutivo, por sentirmos pena de nossos alunos pensando que somos carrascos ao propor tarefas que exijam deles esforço de pensamento, reflexão e pesquisa ou, ainda,

por exigirmos deles fazeres mecânicos que se reduzem a copiar e repetir poupando-lhes o esforço de pensar, impedimos a continuidade de seu desenvolvimento cognitivo (Piaget, 1997), afetivo e moral e, por consequência, de seu processo de aprendizagem. A abstração reflexionante, em especial a pseudoempírica, explica o desenvolvimento em suas dimensões cognitivas, afetivas e morais, pela ação do sujeito. A escola deveria estruturar-se, sob os pontos de vista epistemológico e metodológico, sobre a ação do sujeito como princípio constitutivo. A interiorização das ações, como coordenações de ações, constitui sistemas de ações (esquemas) cada vez mais complexos formando estruturas que possibilitam as operações - ações interiorizadas que, ao transformar o meio, transformam-se. Daí o enunciado de Piaget:

[...] o princípio fundamental dos métodos ativos [...] assim pode ser expresso: compreender é inventar, ou reconstruir através da reinvenção, e será preciso curvar-se ante tais necessidades se o que se pretende, para o futuro, é moldar indivíduos capazes de produzir ou de criar, e não apenas de repetir (Piaget, 1974b, p. 20).

A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe (Piaget, 2015, online).

A escola mostra claramente, nos níveis mais elevados - ensino médio, graduação universitária, pós-graduações - uma dissociação entre pesquisa científica de base empírica (laboratórios) e reflexão. Essa dissociação aparece entre ciências físicas e biológicas e ciências humanas; cabe a estas a reflexão e àquelas a pesquisa empírica. Falta algo para pensar a ligação entre essas instâncias do saber. Piaget criou a ponte metodológica que faltava para fazer essa ligação. Se a abstração empírica nos traz informações sobre a realidade física e social, a abstração reflexionante nos informa sobre as atividades da razão ao assimilar essas informações. A abstração pseudoempírica usa os recursos da abstração empírica sendo, de fato, reflexionante. Isto é, na mesma medida em que o conhecimento descreve e explica o mundo ele traz a marca indelével da subjetividade humana. Se o conhecimento não é, por força da abstração empírica, pura subjetividade também não é, por força da abstração pseudoempírica, pura objetividade. O conhecimento é a expressão mais acabada e especializada da subjetividade humana enquanto possibilita a consciência e reflete o entorno, a natureza, o universo. A abstração pseudoempírica exerce papel determinante no processamento dessa expressão.

Essa conquista epistemológica impacta o universo metodológico. É com ela que poderemos superar a dicotomia, metodologicamente estabelecida, entre ciências humanas e demais ciências. É por isso, também, que temos dificuldade de situar as ciências lógicas e matemáticas no universo das ciências. São elas que possibilitam a ponte entre esses dois universos do saber; qualquer esforço interdisciplinar passará por elas. A abstração pseudoempírica abre amplas possibilidades para isso,

especialmente se considerada no interior da totalidade da abstração reflexionante da qual faz parte.

Referências

- ABBAGNANO, Nicola. Dicionário de Filosofia. São Paulo: Mestre Jou, 1970.
- BECKER, Fernando. Epistemologia do Professor: o cotidiano da escola. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 2013. [1993].
- BECKER, Fernando. Educação e Construção do Conhecimento. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012a.
- BECKER, Fernando. Epistemologia do Professor de Matemática. Petrópolis: Vozes, 2012b.
- DAMÁSIO, António Rosa. O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. São Paulo: Cia das Letras, 2000.
- DAMÁSIO, António Rosa. E o Cérebro Criou o Homem. São Paulo: Cia das Letras, 2011.
- MONTANGERO, Jacques; MAURICE-NAVILLE, Danielle. Piaget ou a Inteligência em Evolução: sinopse cronológica e vocabulário. Tradução: Tania Beatriz Iwazsko Marques e Fernando Becker. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PIAGET, Jean. Pensador: Jean Piaget. 2015. Disponível em: <Disponível em: <http://pensador.uol.com.br/frase/NjQ2Nzgw/>>. Acesso em: 01 mar. 2015.
- PIAGET, Jean. Development and Learning. In: RIPPLE, Richard; ROCKCASTLE, Verne (Org.). Piaget Rediscovered. 2. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1997. [1972].
- PIAGET, Jean. Biologia e Conhecimento. Petrópolis: Vozes, 1996. [1967].
- PIAGET, Jean. Abstração Reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Tradução: Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. [1977].
- PIAGET, Jean. O Nascimento da Inteligência na Criança. Rio de Janeiro: Zahar, 1978a. [1936].
- PIAGET, Jean. Adaption Vitale et Psychologie de l'Intelligence: sélection organique et phénocopie. Paris: Hermann, 1974a.
- PIAGET, Jean. Para Onde Vai a Educação? Rio de Janeiro: Liv. J. Olympio Ed., 1974b.
- PIAGET, Jean. Recherches Sur a Généralisation. Paris: Presses Universitarie de France, 1978b.
- PIAGET, Jean. Problemas de Psicologia Genética. Rio de Janeiro: Forense, 1973. [1972].

Notas

- 1 Entre aspas, porque operação propriamente dita exige reversibilidade; só acontecerá a partir do advento das operações concretas.

Notas

- 2 Piaget emprega, em todos os livros que trazem pesquisas suas, essa forma de designar uma criança/adolescente, sem identificar o indivíduo. Recolhe três letras do nome e põe em parênteses a idade - neste caso, 8 anos e 5 meses.

Autor notes

Fernando Becker é doutor em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano (USP). É Professor Titular de Psicologia da Educação do PPGEdu da UFRGS. Autor de Educação e construção do conhecimento, Epistemologia do professor: o cotidiano da escola, O caminho da aprendizagem em Piaget e Freire; da ação à operação, Epistemologia do professor de matemática; e, com Tania B. I. Marques, Ser professor é ser pesquisador, entre outros. E-mail: fbeckerufrgs@gmail.com