
ADEQUAÇÃO CURRICULAR E MUDANÇAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA FUNDAMENTAÇÃO EPISTEMOLÓGICA

Fernando Becker¹

Resumo

Apresenta-se a sétima e última parte da pesquisa *Epistemologia Subjacente ao Trabalho Docente; docência de Matemática*, com dados coletados no Peru, no Chile e no Uruguai, mediante entrevistas a 17 docentes, do primeiro ao terceiro grau de ensino, que responderam a 25 questões, com desdobramentos. Ela visa a identificar concepções epistemológicas que fundamentam o ensino de Matemática e verificar se tais concepções assemelham-se às encontradas no Brasil. O objetivo desta análise é apreender as concepções epistemológicas subjacentes às respostas às questões 24 e 25 da pesquisa. Os docentes pensam que as diretrizes curriculares são suficientemente adequadas; porém, apontam para numerosos problemas no ensino. Suas concepções epistemológicas são congruentes com as encontradas nas análises anteriores: empiristas, com forte apelo ao apriorismo, e raras intuições interacionistas que revelam a compreensão de que o conhecimento matemático é construído pelo sujeito. Isto é, que as estruturas matemáticas aparecem tardiamente, como diferenciação das estruturas lógicas, construídas desde o nascimento. E o processo de aprendizagem depende integralmente dessa construção, negando todo inatismo. Essas concepções aproximam-se das encontradas no Brasil, diferenciando-se pela forte presença do apriorismo, inclusive inatista, e pela maior frequência de intuições construtivistas ou interacionistas. A referência teórica básica é a Epistemologia Genética piagetiana.

Palavras Chave: Epistemologia do professor de Matemática. Adequação do currículo. Mudanças no ensino de Matemática. Construção do conhecimento matemático. Desenvolvimento e Aprendizagem.

¹ Licenciado em Filosofia, Mestre em Educação: Ensino (UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Doutor em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano (USP – Universidade de São Paulo). Professor Titular, aposentado, atuando como Docente Convidado no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE/UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: fbeckerufrgs@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-4215-9805

CURRICULUM ADAPTATION AND CHANGES IN MATHEMATICS TEACHING EPISTEMOLOGICAL FOUNDATION

Abstract

This article introduces the seventh and final part of the research *Epistemology Underlying Teaching Work; teaching mathematics*, based on data collected in Peru, Chile, and Uruguay through interviews with 17 teachers from elementary to higher education who answered 25 questions, with further developments. It identifies the epistemological conceptions that are the basis for mathematics teaching and examines if these conceptions are similar to the Brazilian ones. Accordingly, this analysis is intended to identify the epistemological conceptions underlying the answers to questions 24 and 25 of the research. The teachers believe that the curriculum guidelines adequately cover the subject; however, they highlight several problems in teaching. Their epistemological conceptions are in line with previous analyses: empiricist, with a strong emphasis on apriorism, and few interactionist intuitions that show that mathematical knowledge is developed by the subject. This means that mathematical structures emerge later as a distinction from logical structures built from birth. And the learning process is entirely dependent on this construction, denying all innatism. These conceptions are close to what is seen in Brazil, differing by the marked influence of apriorism, even innatist, and by the greater frequency of constructivist or interactionist intuitions. The basic theoretical reference is Piaget's Genetic Epistemology.

Keywords: Epistemology of the mathematics teacher. Curriculum adaptation. Changes in mathematics teaching. Construction of mathematical knowledge. Development and Learning.

ADAPTACIÓN CURRICULAR Y CAMBIOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS FUNDAMENTO EPISTEMOLÓGICO

Resumen

Se presenta la séptima y última parte de la investigación *Epistemología subyacente al trabajo docente; Enseñanza de las matemáticas*, con datos recolectados en Perú, Chile y Uruguay, a través de entrevistas a 17 docentes, del primero al tercer nivel de educación, quienes respondieron 25 preguntas, con consecuencias. Su objetivo es identificar concepciones epistemológicas que sustentan la enseñanza de las Matemáticas y verificar si dichas concepciones son similares a las encontradas en Brasil. El objetivo de este análisis es comprender las concepciones epistemológicas que subyacen a las respuestas a las preguntas 24 y 25 de la investigación. Los docentes consideran que las directrices curriculares son suficientemente adecuadas; sin embargo, señalan numerosos problemas en la enseñanza. Sus concepciones epistemológicas son congruentes con las encontradas en análisis anteriores: empiristas, con una fuerte apelación al apriorismo, y raras intuiciones interaccionistas que revelan la comprensión de que el conocimiento matemático es construido por el sujeto. Es decir, las estructuras matemáticas aparecen tardíamente, como diferenciación de las estructuras lógicas, construidas desde el nacimiento. Y el proceso de aprendizaje depende enteramente de esta construcción, negando todo innatismo. Estas concepciones son cercanas a las encontradas en Brasil, diferenciándose por la fuerte presencia del apriorismo, incluido el innatismo, y la mayor frecuencia de intuiciones constructivistas o interaccionistas. El referente teórico básico es la Epistemología Genética piagetiana.

Palabras clave: Epistemología del profesor de Matemáticas. Adecuación del plan de estudios. Cambios en la enseñanza de las Matemáticas. Construcción del conocimiento matemático. Desarrollo y Aprendizaje.

ADÉQUATION CURRICULAIRE ET CHANGEMENTS DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES FONDEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE

Résumé

On présente la septième et dernière partie de la recherche *L'épistémologie sous-jacente au travail pédagogique; enseignement des mathématiques*, avec des données collectées au Pérou, au Chili et en Uruguay, à travers des entretiens avec 17 enseignants, du premier au troisième niveau d'enseignement, qui ont répondu à 25 questions, avec de conséquences. Il vise à identifier les conceptions épistémologiques qui sous-tendent l'enseignement des mathématiques et à vérifier si ces conceptions sont similaires à celles trouvées au Brésil. L'objectif de cette analyse est de comprendre les conceptions épistémologiques qui sous-tendent les réponses aux questions 24 et 25 de la recherche. Les enseignants estiment que les lignes directrices des programmes sont suffisamment adéquates ; cependant, ils soulignent de nombreux problèmes pédagogiques. Ses conceptions épistémologiques sont conformes à celles trouvées dans les analyses précédentes : empiristes, avec un fort appel à l'apriorisme, et de rares intuitions interactionnistes qui révèlent la compréhension que la connaissance mathématique est construite par le sujet. C'est-à-dire que les structures mathématiques apparaissent tardivement, comme une différenciation des structures logiques construites depuis la naissance. Et le processus d'apprentissage dépend entièrement de cette construction, niant tout innéisme. Ces conceptions sont proches de celles que l'on retrouve au Brésil, s'en différenciant par la forte présence d'apriorisme, y compris l'innéisme, et la plus grande fréquence des intuitions constructivistes ou interactionnistes. La référence théorique de base est l'Épistémologie Génétique piagétienne.

Mots-clés : Épistémologie du professeur de Mathématiques. Adéquation du programme. Changements dans l'enseignement des mathématiques. Construction des connaissances mathématiques. Développement cognitive et apprentissage.

1 Introdução

A análise que este texto apresenta faz parte do projeto de pesquisa: “*Epistemologia Subjacente ao Trabalho Docente; a docência de Matemática*”. O objetivo geral é saber se os problemas epistemológicos, que comprometem o ensino brasileiro de Matemática, aparecem também fora do Brasil: domínio amplo da concepção empirista; sustentação desse empirismo pelo apriorismo, sem consciência da contradição que isso implica; esporádicas intuições interacionistas ou construtivistas, mas sem sustentação teórica capaz de embasar pedagogias ativas. O projeto dá continuidade a duas pesquisas anteriores, realizadas no Brasil e publicadas em livros (BECKER, 2022a, 2012c). Os dados ora analisados foram coletados mediante entrevistas semiestruturadas, de duração aproximada de uma hora cada, presenciais, com 24 questões com desdobramentos, feitas a 17 docentes do Chile, do Uruguai e do Peru. Gravadas em espanhol, as entrevistas foram transcritas para o português por duas bolsistas de iniciação científica, uma graduada e outra formanda em Letras; ambas com domínio da língua espanhola. Este texto apresenta a sétima e última parte da pesquisa. Cinco já foram publicadas (BECKER, 2019, 2021, 2022b, 2022c, 2023d) e uma aprovada para publicação.

1.1 Organização desta pesquisa

Nesta sétima e última parte da pesquisa, analisam-se as respostas dos entrevistados às questões 24-25, dentre as 25 da pesquisa:

24) O currículo escolar está adequado à capacidade dos alunos?

25) Que mudanças são necessárias no ensino escolar/universitário de Matemática?

Os docentes entrevistados foram ordenados alfabeticamente pelo primeiro nome; eles serão referidos pelo número, que coube a cada um deles nessa ordem, precedido de P (Professor): dez universitários (U), cinco de ensino médio (M), três de ensino fundamental (F), um deles leciona nos dois níveis da educação

básica; cinco uruguaios, cinco chilenos e sete peruanos; nove professoras e oito professores.

A análise, visando as concepções epistemológicas, foi realizada à base da Epistemologia Genética piagetiana, em especial a abordagem epistemológica do pensamento matemático (PIAGET, 1978a), a abstração reflexionante (PIAGET, 1995; BECKER, 2014, 2017), o conceito de aprendizagem *lato sensu* ou de desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1972; PIAGET & GRÉCO, 1974a; capítulo 2 de BECKER, 2012b) e considerações de Piaget sobre educação matemática (PIAGET, 1974b).

Inicia-se a análise agrupando as respostas dos docentes a cada pergunta, de acordo com categorias extraídas de suas falas e de forma a mais resumida possível; justifica-se esse procedimento porque continuamos a considerar esta forma de pesquisa qualitativa como exploratória; pensamos, por isso, que o leitor precisa saber de onde vêm as inferências apresentadas no texto. A seguir, faz-se um breve apanhado dos conteúdos das respostas que interessam ao objetivo da pesquisa; só então ensaia-se uma interpretação epistemológica. No final do texto, reúnem-se essas interpretações parciais dos achados num todo interpretativo e crítico. As respostas dos docentes aparecem “purificadas” de repetições, cacoeses linguísticas, faltas de concordâncias gramaticais ou sintáticas etc., comuns na fala, mas incômodas na escrita; e quando a resposta é entrecortada por várias digressões ela é resumida sem uso do itálico; sempre com extremo cuidado para não modificar o significado. Utilizam-se colchetes, contendo três pontos, para cortes de passagens de falas que não contribuem para a pesquisa ou para acréscimo de palavra ou expressão para completar o significado, como também para sinalizar fragmentos de falas inaudíveis ou incompreensíveis. Resposta fa-

bulada não é considerada. Ocorre também que algum docente não tenha respondido a uma ou outra pergunta ou suas respostas não trouxeram contribuições úteis.

1.2 Justificativa

Por que é importante saber as concepções epistemológicas dos professores? O texto trabalha com a convicção de que a concepção epistemológica do docente determina sua concepção psicológica (BECKER, 2012c) sobre como os alunos aprendem; determina, portanto, sua concepção pedagógica e sua prática didática. Uma pedagogia, fundada no empirismo, superestima a função docente; ela considera que o aluno é tábula rasa frente a cada novo conhecimento, legitimando uma pedagogia centrada no professor. Uma pedagogia fundada no apriorismo subestima a função docente; ela leva a crer que o aluno, já que herdou capacidades lógicas, pode aprender por si mesmo, legitimando uma pedagogia espontaneísta, centrada no aluno, que reserva ao docente uma função apenas subsidiária (BECKER, 2012a). Piaget (1974b, p. 65) diz:

Aí está mais um exemplo dos erros [decorrente da “insuficiente dissociação entre as questões de lógica e as considerações numéricas ou métricas”] que se corre o risco de cometer ao considerar a Lógica como inerente à criança, quando na realidade ela se constrói passo a passo, em decorrência de suas atividades.

Uma pedagogia, fundada numa concepção interacionista, construtivista, considera que o aluno aprenderá se conseguir mobilizar, desafiado pela docência, seu aparato cognitivo, sintetizado nas capacidades cognitivas que construiu até o momento em função de suas atividades; isto é, as capacidades de aprendizagem são modificadas no decorrer da vida do indivíduo em função dos desafios que a vida – e a escola – apresenta e a que ele efetivamente respondeu. Essa concepção entende que docente e discente devem comparecer integralmente

ao processo pedagógico porque, se faltar, ou diminuir, em quantidade e qualidade, a atividade de um ou de outro, a interação será descaracterizada, redundando em perda de qualidade do processo pedagógico.

Compreendemos, com o construtivismo de Piaget (1974a; 1972), que a aprendizagem depende em tudo do processo de desenvolvimento cognitivo, de abstração reflexionante, de equilíbrio ou autorregulação. Ela é assimilação possibilitada pelas estruturas cognitivas originadas da ação do sujeito do conhecimento (BECKER, 2013), exercidas desde o nascimento do indivíduo - aprendizagem *lato sensu*. “É a assimilação que me parece fundamental na aprendizagem, e que me parece a relação fundamental do ponto de vista das aplicações pedagógicas ou didáticas” (PIAGET, 1972, p. 7).

Piaget (1974b) foi um crítico do ensino escolar praticado como exposição de conceitos, ou de procedimentos (como tabuadas e algoritmos), chamados conteúdos que o aluno deverá copiar e repetir até memorizar, sem se preocupar com sua prévia compreensão; entendendo-se tal memorização como aprendizagem.

A memorização só tem legitimidade, em atividades pedagógicas como na aprendizagem de matemática, se precedida da compreensão do que se quer memorizar. Isto é, se esse processo memorizador está afinado com a inteligência e dá continuidade a seu esquematismo de forma operatória; em especial, as operatórias com as quais se pensa matematicamente.

Define-se esta pesquisa, portanto, como qualitativa visto que ela busca, nas concepções epistemológicas dos docentes, as razões que determinam suas concepções psicológicas e pedagógicas e suas práticas didáticas. Desafiar o docente a falar sobre suas práticas pedagógicas ou didáticas e extrair, de suas falas, suas concepções epistemológicas é o que se propõe nesta pesquisa.

1.3 Aprendizagem e ensino

Refletindo sobre o ensino, a partir do mecanismo da abstração reflexionante (PIAGET, 1995), pensamos que sua função é possibilitar aprendizagem; fora disso, ele não tem sentido. Mas aprendizagem compreendida no sentido de assimilação (PIAGET, 1978b). Isto é, não apenas aquisição de informação, fornecida pelo ensino, seguida de repetições para garantir sua retenção na memória – método que a educação vigente, de todos os níveis, encontra enormes dificuldades de superação – mas assimilação seguida de numerosas acomodações até atingir nível superior de equilíbrio. Aprendizagem como transformação do sujeito, em função do que assimilou, a ponto de atingir a consciência (PIAGET, 1977; 1978c) e modificar suas estruturas lógicas ou sua capacidade cognitiva; este é o sentido do conceito de aprendizagem *lato sensu*, formulado por Piaget e Gréco (1974a). Isto é, o sujeito da aprendizagem precisa agir sobre os conteúdos ensinados, modificando-os, transformando-os até atingir o mecanismo dessa transformação, compreendendo o modo como o objeto foi construído; isto é, até tomar consciência do processo que a originou. “Pensar não se reduz, acreditamos, em falar, classificar em categorias, nem mesmo abstrair. Pensar é agir sobre o objeto e transformá-lo.” (PIAGET, 1973a, p. 85) “Objeto” no sentido epistemológico que pode ser definido como tudo aquilo que o sujeito pode tematizar – tudo que é exterior a ele, como o mundo físico e social, os conceitos e teorias científicas, a cultura, mas também seu corpo, sua saúde, sua psiquê, seu conhecimento e sua consciência. Essa compreensão da aprendizagem que redundava, finalmente, em desenvolvimento da capacidade de pensar não se reduz, ou não contemporiza, com um ensino verbalista; um ensino que expõe verbalmente um conteúdo e, frequentemente sem que o aluno o tenha compreendido, exige que o aluno o repita tantas vezes quantas forem necessárias até “aprender”, isto é, até reter na memória (PIAGET & INHELDER, 1979). “A aprendizagem é [...] função dos instrumentos lógicos à disposição do indivíduo” (PIAGET, 1973a). Já se ouviu, em

aula de Matemática, professor responder à pergunta de aluno, que não compreendeu o exercício estipulado, ordenando: “Não pense, faça!”.

Em suma, uma transmissão verbal adequada de informações relativas a estruturas operatórias só é assimilada nos níveis em que essas estruturas são elaboradas no terreno das ações mesmas ou das operações como ações interiorizadas e se a *linguagem favorece essa interiorização, ela não cria nem transmite essas estruturas totalmente feitas por via exclusivamente linguística*. (PIAGET, 1973a, p. 110) (itálico nosso).

A verdadeira aprendizagem – a aprendizagem *lato sensu* – que a educação formal deveria buscar sempre, leva à compreensão. Compreensão implica tomada de consciência (PIAGET, 1977, 1995). É nesse nível que se constroem conceitos abrindo caminho para, mediante coordenações conceituais, construir teorias; e, antes disso, compreender teorias como as científicas e filosóficas. Isso não se realiza apenas no plano da linguagem; realiza-se no plano das operações (ações interiorizadas), pois conceitos são totalidades operatórias expressos pela linguagem. Conceitos não se aprendem *stricto sensu*; conceitos precisam ser construídos. Portanto, a transmissão verbal, por mais importante que seja, é insuficiente para promover aprendizagem *lato sensu*. Isso vale também para todas as formas que recorrem a recursos imagísticos para ensinar conteúdos (conceitos), como acontece com tantos aplicativos informáticos que pretendem ter resolvido os problemas enfrentados pelo ensino em sua tarefa de promover aprendizagem. Frequentemente, não conseguem ir além da aprendizagem *stricto sensu* – aprendizagem de informações cujos conteúdos não foram transformados operatorialmente pelo sujeito da aprendizagem e, por isso, o sujeito não se transformou em função da assimilação desses conteúdos; isto é, não operou com eles até transformá-los para si, isto é, assimilá-los; e transformar-se em função de sua assimilação. Portanto, não aprendeu *lato sensu*.

Piaget define “conceito” como “a compreensão da significação de um termo” (*apud* BATTRO, 1978, p. 57). O conceito “não é mais que um esquema de ação ou de operação” (*id.*, p. 58).

1.4 A abstração reflexionante

Piaget, em alguns de seus últimos livros (1977, 1978c, 1995), expõe, baseado em numerosas pesquisas e utilizando variados experimentos, sua compreensão de como os humanos chegam, para além do conhecimento comum, a construir conceitos e teorias: científicas, matemáticas, lógicas, filosóficas. Chamou seu tratado de *abstração reflexionante*. Ele começa distinguindo duas formas básicas de abstração, a empírica e a reflexionante. A *empírica* (*empirique*) consiste em agir sobre os objetos – não apenas percebê-los –, e retirar deles qualidades: ao levantar uma pedra, sinto que é pesada; ao olhar para uma laranjeira, vejo que tem folhas verdes, ou flores brancas, ou frutos verdes ou amarelos; ao olhar para o céu, à noite, vejo que as estrelas emitem luz de coloração mais amarelada ou mais azulada; ao mergulhar no mar, sinto a água fria; ao adentrar um restaurante, ouço vozes, sinto cheiros e sabores; ao tatear objetos, sinto sua aspereza ou lisura; ao entrar num ônibus vejo como o motorista dirige, ouço o ruído do motor, sinto cheiro de combustível; ao andar pela calçada movimentada, vejo como as pessoas se comportam; ao andar num jardim, em manhã de geada, tateio plantas ou grammas congeladas. De modo geral, na abstração empírica o sujeito retira qualidades dos observáveis – dos objetos ou das ações em suas características materiais. Já a reflexionante consiste em agir sobre os objetos (materiais ou conceituais) e retirar, não mais deles como na abstração empírica, mas das coordenações das próprias ações (endógenas, cerebrais ou mentais, não observáveis), qualidades próprias dessas coordenações.

A abstração *reflexionante* (*réfléchissante*) “apoia-se sobre as coordenações das ações do sujeito, podendo estas coordenações e o próprio processo reflexionante permanecer inconscientes ou dar lugar a tomadas de consciência ou conceituações variadas.” (PIAGET, 1995, p. 274) “Coordenações de ações” – termo que expressa um importante conceito da teoria piagetiana – não são observáveis; elas ocorrem na mente, no cérebro do sujeito; somente ele tem acesso a elas. A abstração reflexionante tem dois desdobramentos: a pseudo-empírica e a refletida. A *pseudo-empírica* (*pseudo-empirique*) consiste em agir sobre os objetos e retirar deles algo que não lhes pertence, mas que, previamente, colocamos neles. Quando enumeramos, de *um* a *n*, as palmeiras de uma avenida, ao concluir a contagem poderemos refazê-la, começando pela *n* da primeira contagem; ela deixa de ser a palmeira *n* para ser a palmeira *um*, a primeira da segunda contagem. A palmeira três, na primeira contagem, pode ser a 38 na segunda contagem. *Primeira, n, terceira, trigésima oitava* não são qualidades das palmeiras, fomos nós que colocamos nelas esses ordinais. Se dissermos que a quinta palmeira é mais alta que a palmeira nona, “mais alta que” não está na quinta palmeira. Se retiramos da quinta palmeira a qualidade “mais alta que” é porque colocamos nela, previamente, essa qualidade. Isto é, retiramos a qualidade “mais alta que”, da quinta palmeira, por abstração pseudo-empírica.

Se, agora, dissermos que são 58 as palmeiras que contamos na avenida, pergunto: em que palmeira está o 58, na primeira contagem? E em qual na segunda contagem? Ele não está em nenhuma palmeira em particular. Se retiramos o 58 da última palmeira, o retiramos porque, previamente, o colocamos nela. Na verdade, o 58, além de designar a última palmeira dessa contagem (ordinal), refere o conjunto (cardinal) das palmeiras; ele não existe na realidade objetiva, só na mente, no cérebro de quem contou as palmeiras e constatou que são 58. O

conhecimento matemático, pelo menos o básico, é construído por essa modalidade de abstração que de forma nenhuma é empírica; ela é falsamente empírica, ou aparentemente empírica; é *pseudo-empírica*. É essa aparência que engana professores de matemática que dizem que “a matemática está em tudo, está em toda parte, está na natureza”; e acreditam que nós a abstraímos empiricamente da natureza. A Matemática é uma construção humana para interpretar o mundo; a “matéria prima” para construí-la é retirada, abstraída pelo sujeito das coordenções de suas ações – ações exercidas sobre qualquer realidade; não é retirada dos objetos. Se os humanos veem matemática na natureza é porque eles a colocaram lá, previamente; eles retiram a matemática da natureza porque eles mesmos a colocaram nela, “matematizando-a”, ou formalizando-a matematicamente. As ações mais básicas da criança pequena já mostram as qualidades de ordenação e classificação (PIAGET, 1978b, 1979), de cuja síntese nasce o número.

As palmeiras, como qualquer outra coisa no mundo, não são – ou não contêm – matemáticas. Mas elas são, como toda a realidade, “matematizáveis”. Esta passagem do físico Guglinski (2008) ajuda a esclarecer isso.

Primeiro, um único homem, Galileu Galilei, criou o método científico moderno, mostrando que a matemática seria necessária para formalizar a conexão entre teoria e realidade física. (p. 137) O eletromagnetismo, porém, precisou de dois homens, um para encontrar a conexão (Faraday) e outro para formalizá-la matematicamente (Maxwell). (p.138)

Esse autor deixa claro que a Matemática não está na natureza. Os humanos a criaram e a desenvolveram para interpretar a natureza, compreendê-la, estabelecer relações entre realidades físicas e conceitos ou teorias, entre objetos e fenômenos; entre espaço e tempo, entre eletricidade e magnetismo, por exemplo. Ela não é abstraída da natureza, por abstração empírica; antes, é abstraída, pelo

sujeito, de suas coordenações de ações – ações exercidas sobre a natureza – podendo assim criar conexões entre teoria e realidade física; isto é, construir conhecimento.

Saber por que a natureza é *matematizável*, ou que fenômenos da natureza são formalizáveis matematicamente, é outro assunto que não abordaremos aqui. Para refletir sobre isso, recomendo ler *O instinto matemático* (DEVLIN, 2009) à luz do mecanismo da abstração reflexionante (PIAGET, 1995) e do capítulo 20 do livro *Biologia e conhecimento* (PIAGET, 1973b). Devlin defende que não só todos os humanos são matemáticos; também o são lagostas, pássaros, gatos, abelhas, formigas, morcegos; e até várias plantas. As sementes do girassol são organizadas de acordo com uma sequência de Fibonacci. O cachorro de seu amigo sabe cálculo diferencial e integral. O falcão-peregrino “segue uma espiral logarítmica quando desce em ataque à sua presa no solo” (p. 100). Etc. Ele confunde percepção e razão, “matematizável”, ou “formalizável matematicamente”, com Matemática.

Finalmente, quando um processo de abstração reflexionante atinge o ápice, ou, dito de outra forma, quando o sujeito se apropria desse processo trazendo-o à consciência, ele realiza abstração reflexionante de tipo *refletida* (*réfléchie*), que significa abstração reflexionante da qual se tomou consciência. (A teoria da *Gestalt* chamava a isso de *insight*. Mas, em Piaget, diferentemente do que afirma a *Gestalt*, essa capacidade é construída por um longo processo, não pré-formada). É nesse nível que se formam os conceitos, essas totalidades operatórias que tornam possíveis os conhecimentos mais elaborados, como os científicos, lógico-matemáticos ou filosóficos.

Falamos sobre as *categorias*. Impõe-se, agora, falar sobre o *processo* de abstração reflexionante. Piaget (1995) distingue dois aspectos, entre si complementares, desse processo: o reflexionamento (*réfléchissement*) e a reflexão (*réflexion*).

Pelo reflexionamento, o sujeito retira qualidades das coordenações de suas ações, de um patamar inferior, e leva-as a um patamar superior. “Patamar” (*palier*) é uma metáfora que Piaget (1995, p. 274) utiliza; ela pode, mediante informações atuais de neurociências, ser substituída pela expressão “grau de complexidade”, pois o cérebro é um complexo de 86 bilhões de neurônios que se organizam em redes sinápticas por 86 trilhões de conexões possíveis. Isso na medida em que o sujeito enfrenta problemas e na dependência do avanço do processo de maturação do sistema nervoso.

Pela reflexão, o sujeito reorganiza o patamar superior em função do que já existia ali para responder ao desequilíbrio que as novidades, que ali adentraram, vindas do patamar inferior, provocaram. Quando uma criança, em média pelos 7/8 anos de idade, eleva a um patamar superior suas capacidades de seriação e classificação, longamente exercitadas no brinquedo e na imitação (PIAGET, 1978d), e as reorganiza nesse patamar superior, surge uma novidade: a noção de número, que se caracteriza pela conservação (da quantidade) e capacidade inferencial. *Conservação* (NUNES & BRYANT, 1997) “é saber que o número de um conjunto de objetos pode apenas ser mudado por adição ou subtração” (p. 21); *inferência* é conseguir *transitar* para $A > C$, conhecendo apenas as proposições $B > C$ e $A > B$ (p. 22). É por esse processo de reflexão que o sujeito cria ou inventa novidades (PIAGET, 1995, p. 278-286).

Piaget (1995, p. 275-278) distingue grandes patamares de reflexionamentos no decorrer do desenvolvimento cognitivo, do sensório-motor, transitando pelo período simbólico e pelas operações concretas, até a consolidação básica da capacidade operatória formal.

Novos patamares de “reflexionamento” constroem-se, portanto, sem cessar, para permitir as novas “reflexões” – *é o que mostra toda a história das diferentes áreas das matemáticas, em suas tematizações sucessivas, até suas fases atuais.* (itálico nosso) (p. 276)

Esta união da reflexão e do reflexionamento é, portanto, essencialmente formadora dos patamares sucessivos e não apenas fonte das passagens (projeções) ou generalizações que conduzem de um a outro. Deixemos claro, além disso, que cada patamar novo comporta uma diferença qualitativa, além de uma diferença de grau. (p. 276)

Ele chama esses patamares de estádios do desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1973a, cap. III).

1.5 Corpo e conhecimento

Para Piaget (1973b), o conhecimento é a forma mais especializada de adaptação que se conhece. Quando comemos uma maçã, nós a desintegramos totalmente pela mastigação, salivação, sucos digestivos etc., para possibilitar que os intestinos – o segundo cérebro – assimilem o que interessa e descartem o que não é útil, ou é prejudicial, ao organismo. Fundamentalmente, acontece o mesmo com a assimilação cognitiva (1972, 1978b) que, após longo processo de diferenciação da assimilação biológica, torna-se capaz de assimilar imagens, conceitos, teorias; sem jamais deixar de ser biológica – para Piaget, as estruturas cognitivas são orgânicas. Ele fala (1979, p. 328) “de uma espécie de lei de evolução que pode enunciar-se da seguinte maneira: a assimilação e a acomodação evoluem de um estado de indiferenciação caótica para um estado de diferenciação, com coordenação correlativa.” Se o sujeito não transformar para si, pelos seus mecanismos operatórios, construídos por abstração reflexionante, os conteúdos ensinados, ele

não conseguirá assimilar o que a docência transmite. Esse processo implica eliminação do que não interessa a essa assimilação, e poderá sofrer comprometimento quando, por exemplo, um professor exigir de seu aluno que ele repita o conteúdo da mesma forma que foi ensinado e o devolva, nas avaliações, sem o transformar. Piaget (1974b, p. 68-69) nos diz:

Não é o conhecimento do teorema de Pitágoras que irá assegurar o livre exercício da inteligência pessoal: é o fato de haver redescoberto a sua existência e a sua demonstração. O objetivo da educação não é saber repetir ou conservar verdades acabadas, pois uma verdade que é reproduzida não passa de uma semiverdade: é aprender por si próprio a conquista do verdadeiro, correndo o risco de despender tempo nisso e de passar por todos os rodeios que uma atividade real pressupõe.

Na mesma obra, o autor insiste em que se deve exigir “que toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida.” (p. 18) Por que isso seria diferente para a educação matemática? E acrescenta: “o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas.” (p. 18)

Note-se ainda que a abstração é um processo que perpassa todo o desenvolvimento cognitivo, caracterizando-se por ser predominantemente empírica no período sensório-motor; predominantemente pseudo-empírica, portanto reflexionante, no pré-operatório e no operatório-concreto; e afirmando-se como reflexionante, na modalidade refletida (com tomada de consciência), apenas no operatório-formal, com continuidade na vida adulta; sempre na dependência da qualidade da atividade intelectual dos indivíduos. Por isso não se deve confundir *abstração* com *formalização*, como acontece frequentemente, pois a criança, desde tenra idade, já está abstraindo. Essa confusão é frequente no ensino de Matemática, ao se afirmar, por exemplo, que a “*teoria de conjuntos que é importantíssima para o desenvolvimento do pensamento abstrato*” (P17M) não está sendo ensinada. Ela

é importante, segundo esse docente, para o desenvolvimento do pensamento *formal*.

2. Adequação do currículo escolar à capacidade dos alunos

Apresentaremos, o mais resumidamente possível, as respostas dos docentes à pergunta: “O currículo escolar (no que concerne à Matemática), está adequado à capacidade dos alunos?” Na medida do possível, manteremos a fala literal do professor.

2.1 Sim, está adequado

P05U, diz que “No curso de cálculo que eu ensino, acho que [está adequado], porque são estudantes que já tem um desenvolvimento, ou seja, estão em uma etapa de que podem trabalhar demonstrações [...]; já deixaram o concreto. Já estão em uma etapa distinta de abstração”. Acredita, por isso, que tanto os conteúdos quanto a formação dos professores – “capacidade de trabalhar tudo o que está planejado” – estão adequados às capacidades dos alunos. P12U afirma: “Sim, sim, sim, [é adequado] porque os cursos que se dá [dão], de certa forma passaram por um processo. E os temas de matemática seguem a exigência [...] da área [para a qual] vão [os alunos]. Então, para ser um engenheiro civil, [eles] precisam de conhecimentos destes temas, mas há uma grade curricular. De acordo com esta grade curricular, estabelece-se este sistema”.

P15U, professora que capacita docentes da Educação Básica, diz que sim. O currículo de agora, ao contrário do anterior, “focaliza a resolução de problemas” e contempla “um processo transversal”. Isso, “desde que o Estado está com um enfoque construtivista”.

P02U acha que o currículo (*plan de estudio*), na universidade onde ensina, está adequado à capacidade do aluno. Pensa que, no ensino fundamental onde estudam seus filhos, também. “Não sei se é o melhor, mas é adequado no sentido da capacidade do aluno”. P04U diz que os estudantes vêm com formação muito

diferenciada. Por isso “penso que para alguns é adequado e, para outros, é muito inadequado. E, como não temos outra forma de ensino”, com mais flexibilidade, os que comparecem com maior déficit terão que trabalhar duramente ou não poderão prosseguir. Isso atinge uma considerável quantidade de estudantes. P17F afirma que o conteúdo, que ela ensina para a quinta série, “está adequado”. P10M pensa que o ensino médio e o fundamental têm uma estrutura curricular adequada embora possa sofrer melhorias nos detalhes. As respostas dos próximos docentes fazem ressalvas à concordância com a adequação.

2.2 Está adequado, mas...

P07F diz que, como o currículo é nacional, ele é igual para todos os alunos; pensa que é bom, independentemente se é escola do meio urbano ou rural. Mas, faz a seguinte ressalva: “Eu penso que se deveria trabalhar considerando sempre as diferenças. A experiência nos ensina que o aluno do meio urbano aprende mais rapidamente, ou melhor, que o aluno do meio rural. Temos que implementar ou adequar um currículo para este aluno do meio rural. [...] temos que diversificá-lo e tratar de adequá-lo de acordo com a zona [o meio em que vive o aluno]”. P11M afirma que “na teoria está de acordo, mas na prática não [...]. Digamos que, no secundário [ensino médio no Brasil], ficam nas puras equações [...] não veem sequer a trigonometria, [...]”. Já nas instituições particulares, o currículo foi flexibilizado “visando o que querem atingir”. O problema está em que se passam os temas muito rapidamente, porque se “priorizam os conteúdos e não que o aluno compreenda as noções, os conceitos que devem compreender na matemática”.

P09M pensa que o currículo atual do estado “é bastante interessante, mas na realidade não se trabalha isso, porque o currículo está orientado basicamente ao que o aluno necessita [deve] aprender”. Mas, ele não “está orientado para a necessidade do aluno”, para seu interesse. Ele diz que se ensina a matemática que os professores acham que o aluno deve saber, mas que não contempla a necessidade do aluno.

“O que o aluno quer, o que procura? Tem que misturar o que deve aprender com a necessidade do aluno”. Deve-se adequar o que se ensina ao que o aluno busca.

As próximas duas respostas enfatizam a inadequação do currículo.

2.3 Não está adequado

P03U pensa que não está adequado porque *“Os estudantes não estão preparados. [...] na licenciatura de matemática, tinha que começar mais suavemente. [O currículo] é muito exigente e a maioria dos alunos não consegue [dar conta]”*. P04U, já citado acima, refere-se à situação que vive na universidade. Diz que os estudantes vêm com formação muito diferenciada. Por isso *“penso que para alguns [o currículo] é adequado e, para outros, é muito inadequado. E, como não temos outra forma de ensino”*, com mais flexibilidade, os que comparecem com maior déficit terão que trabalhar duramente ou não poderão prosseguir. Isso atinge uma considerável quantidade de estudantes.

As próximas falas antecipam as respostas à pergunta seguinte da pesquisa.

2.4 O problema está no ensino

Os docentes manifestam pouca discordância com a formulação do currículo para os vários níveis de ensino. Mesmo as poucas discordâncias, quando analisadas mais de perto, revelam que a crítica se dirige ao ensino e não ao currículo. É o ensino que deve fazer a adequação entre as exigências curriculares (*“o que o aluno deve aprender”*) e as necessidades do aluno para dar conta das diferenças e viabilizar aprendizagem de qualidade. Será que os docentes pensam que o tratamento diferenciado do conteúdo é suficiente para resolver os problemas de aprendizagem? Eles desconsideram a construção de capacidades, ou estruturas

cognitivas, pertinentes (construção por aprendizagem *lato sensu* ou abstração reflexionante)?

P01U pensa, tal como já lembrou P02U, acima, e como dirá P03U, abaixo, que os alunos não vêm preparados para a universidade. Resolvem teoremas tais como foram ensinados, mas não compreendem o que fizeram. O problema de agora, no curso de Matemática é que se ensinam conteúdos, sem nunca se debruçar, com tempo suficiente, sobre os problemas até compreendê-los; passa-se para novos problemas sem compreender os anteriores. A Matemática é como um edifício; no entanto, os alunos são forçados a subir um andar, sem ter passado pelos anteriores. Numa palavra, tem que compreender o teorema, não apenas resolvê-lo.

Semelhantemente, P09M afirma que há um descompasso entre o que o currículo estipula como devendo ser ensinado e a necessidade do aluno; critica o ensino por não fazer a aproximação entre essas duas instâncias; isto é, não adequa o que se ensina ao que o aluno busca. Do mesmo modo, P07F propõe que o ensino adequa o currículo aos alunos do meio rural; essa inadequação faz com que, segundo ele, os alunos desse meio aprendam mais lentamente que os do meio urbano. Já P11M, ao mesmo tempo em que critica a falta de domínio de conteúdos no ensino médio – “*não veem sequer a trigonometria*” – lamenta que se priorizem os conteúdos, administrando-os de forma aligeirada, o que prejudica a aprendizagem de noções e conceitos, indispensáveis à compreensão da Matemática.

Se, por um lado, docentes afirmam a adequação do currículo (1.1), por outro lado apontam para vários problemas (1.2 e 1.3), inclusive afirmando que “*para outros [alunos], é muito inadequado*” (P04U) porque ele “*está orientado basicamente ao que o aluno necessita [deve] aprender*” (P09M) e não “*está orientado para a*

necessidade do aluno". Novamente, não é o currículo que está na mira da crítica dos entrevistados, mas o ensino. As respostas dos docentes dirigem-se tanto à organização curricular quanto ao ensino, mas sua crítica mira o ensino. "Eu penso que se deveria trabalhar considerando sempre as diferenças" (P04U); "priorizam[se] os conteúdos e não que o aluno compreenda as noções, os conceitos que devem compreender na matemática" (P11M; P09M). O currículo, tal como o ensino, não pode ser o mesmo para o meio urbano e o meio rural. O professor deve responder na prática a estas perguntas: "O que o aluno quer, o que procura?" – demandas que o ensino não vem contemplando. Para isso, "tem que misturar o que deve aprender com a necessidade do aluno". Isto é, atingir o interesse do aluno. Deve-se adequar o que se ensina ao que o aluno busca. Deve-se, portanto, adequar os conteúdos a serem ensinados ao interesse do aluno.

Não deixa de surpreender que, aparentemente ao contrário do que acontece na educação brasileira, os docentes manifestam grande concordância com as formulações curriculares, mas apresentam muitas críticas ao ensino, pois ele não prioriza a compreensão dos conceitos matemáticos (P11M; P09M).

Sob o ponto de vista epistemológico, pode-se observar o seguinte: a maioria dos docentes criticam o ensino, mas não apontam para soluções fundadas em teoria diferenciada das que fundamentam o ensino convencional. Predomina a compreensão de um ensino como transmissão de conteúdo, que deve ser repetido pelos alunos para que o aprendam; alunos que tem, mais ou menos, capacidade herdada, não construída. Isto é, supostamente continuam com as crenças empiristas ou aprioristas, como vimos em todas as análises anteriores (BECKER, 2012c, 1019, 2021, 2022b, 2022c, 2023d). O estudante é considerado um repositório de conhecimentos e não, como alguns docentes reclamam, um sujeito que sente, tem necessidades, interesses e objetivos. A respeito, afirma Piaget (2005, p. 28):

Recordemos que si bien la afectividad no puede modificar las estructuras, interviene constantemente en los contenidos. Es el interés (afectivo) el que mueve al niño, por ejemplo, a elegir los objetos a seriar; es otra vez la afectividad la que facilitará el éxito de la operación de clasificación, o la hará más dificultosa.

Deixaremos a discussão epistemológica mais ampla para o final do texto (4.0), visto que as respostas, à primeira pergunta, anteciparam a questão do ensino da próxima pergunta.

3 Qual ensino?

A pergunta “Que mudanças são necessárias no ensino escolar/universitário de Matemática?” pretende saber se os docentes têm consciência de que é necessário que o sujeito-aluno tenha construído estruturas cognitivas – além de contar com os pré-requisitos curriculares – para que seja capaz de assimilar os conteúdos que são ensinados; e que o ensino promova a continuidade desse processo de construção. Isto é, que eles pensem a partir de uma concepção epistemológica interacionista, construtivista, e não a partir de uma empirista ou apriorista.

Empirista, o indivíduo nasce *tábula rasa* e o meio impõe-se, provendo-a. Apriorista, o indivíduo traz, desde o início, as condições da aprendizagem, na medida em que as estruturas lógicas e matemáticas “são concebidas como algo que mergulha suas raízes no sistema nervoso ou, de modo geral, na estrutura pré-formada do organismo. É sob esse aspecto que podemos considerar tal solução [a da teoria da Gestalt] como ‘apriorista’.” (PIAGET, 1978a, p. 352-3); um apriorismo que inclui o inatismo. Procura-se saber, pois, se os docentes desafiam a atividade do aluno para que ele responda, individualmente ou em grupo, a problemas que tematizam os conteúdos que estão sendo ensinados, mirando, através da aprendizagem (*stricto sensu*) desses conteúdos, o desenvolvimento das capacidades cognitivas (aprendizagem *lato sensu*). Se eles traduzem, didaticamente, o

essencial, proposto pela abstração reflexionante ou aprendizagem *lato sensu*, sem necessariamente conhecer essas elaborações teóricas piagetianas.

Iniciaremos com ideias gerais que apareceram nas respostas dos docentes e, em seguida, apresentaremos as principais categorias encontradas em suas respostas.

3.1 Mudanças: poucas no currículo, muitas no ensino

Se por um lado, como vimos sobretudo em 1.0, predominam respostas dos docentes que consideram o currículo adequado, por outro, todos eles apresentam, em algum grau, ressalvas à qualidade do ensino. P04U afirma que a educação matemática universitária “*não está bem e precisa de muitas mudanças*”. É preciso revisar tanto a formação dos licenciandos quanto os objetivos dos cursos. “*Me parece que tem que revisar tudo, ou seja, os objetivos, a forma que se ensina, sobretudo a metodologia, e a maneira que se avalia*”. P03U começa dizendo: “*Não está nada bem como está*”. Mas o problema “[...] *não é apenas que nossos alunos não têm capacidade, [...] mas que eles sequer entendem os algoritmos [...] de cálculo que tinham que ensinar no secundário*”. Eles não entendem o conceito, nem tampouco como proceder. “*Por exemplo, o conceito de derivada de uma função. Eles nem entendem bem o que é derivada, nem sabem calcular*”. Apenas alguns mostram domínio desses conceitos; a maioria não. Diz que, no seu tempo de estudante, era difícil terminar o ensino médio; mas, os que terminavam sabiam os conteúdos. “*Agora é mais fácil terminar, mas [eles] não sabem. Então, a gente se pergunta: o que fazer? Eu não sei, não sei*”.

A crítica de P15U mira “*as estratégias metodológicas*” que considera equivocadas. Isto é, o docente dá à criança uma definição, ou faz a criança brincar “*de uma maneira desarticulada, como se fosse uma coisa que não tem nada a ver com o conteúdo matemático que vão desenvolver*”. Como essa docente atua na formação de

professores, que atuam no ensino fundamental, ensina-os a usar material manipulativo para a compreensão de tabuadas, para que as crianças as construam e não reduzam essa aprendizagem à memorização. *“Para que [...] saibam o que significa 2×3 , 2×4 ...”*. Ela *“capacita outros professores a ensinar[em] Pitágoras com os quadrados”*. Segundo ela, o docente não deve ensinar como se a criança já estivesse no *“pensamento abstrato [formal], segundo Piaget”*; por esse caminho, a criança não conseguirá se desenvolver. (Pensamos que todo conhecimento e todo pensamento provêm de abstrações; por isso, seria melhor falar em pensamento formal, em vez de pensamento abstrato).

Já P01U é enfático ao afirmar que o ensino *“Não está bem”*. Ele *“é muito fácil”*. Os alunos chegam à universidade acostumados *“a aprender a formulazinha”*. Essa forma de ensinar não é boa: *“Ou tem a Matemática ou não tem”*. Atribui os problemas de aprendizagem à forma de ensinar. Pensa que, no Ciclo Básico da Universidade em que leciona, o ensino é eficiente e *“a quantidade de conteúdo está bem, mas não podem aprofundar em tudo”*. Já no ensino médio, *“tem que dar as ferramentas para que o aluno conheça o algoritmo para chegar, de alguma maneira, à Universidade, para aplicá-las. Algumas coisas têm que saber de forma profunda, por exemplo, somar números positivos com positivos; essa mecânica”*.

P17M acha que o currículo está bom, mas sempre pode melhorar. Pensa que não fazem sentido as mudanças que estão sendo implementadas nos conteúdos da educação média, no sétimo e oitavo anos, enquanto que *“estão deixando outras coisas que são básicas como, por exemplo, teoria de conjuntos que é importantíssima para o desenvolvimento do pensamento abstrato [formal]”*. Afirma que essa teoria nunca deveria ter sido retirada do currículo do ensino médio. E acrescenta ter dúvidas sobre a pertinência das mudanças, pois se está pondo no currículo *“coisas mais superiores e se tiram coisas que são básicas para as crianças”*; isso dificulta as posteriores aprendizagens delas.

Mesmo quem pensa, como P14U, que o ensino na universidade “*funciona razoavelmente bem [em meu país], se ensina bem, existe muita liberdade [e] os estudantes estão em contato com os professores, podem perguntar o que quiserem*”, dá-se conta de que a urgência atual, na universidade, consiste em atender os estudantes com dificuldades para que não desistam no primeiro ano. Isto é, tem que “*tratar de resolver as carências que tiveram antes, para adaptar os alunos ao conhecimento de hoje, e que permaneçam no sistema*”.

3.2 Ensino, quais mudanças?

É recorrente a afirmação de que o ensino mostra precariedades preocupantes. As mudanças, para lograr-se ensino de qualidade, deve incluir: clareza conceitual, conhecimento de como o aluno aprende, saber como tratar ritmos diversos de aprendizagem, praticar um ensino que desafie o aluno a construir capacidades.

3.2.1 Ensino de qualidade

P14U propõe, para que se tenha mais acesso à educação, e educação de melhor qualidade, que se ensine “*a mais gente, com grupos menores, e assim o ensino é mais intensivo*”. Acrescenta que: “*É claro que o sistema econômico não está disposto a custear isso. Esse é o problema que temos. O problema é político, pois se precisa de muitos professores que atendam a poucos alunos em pequenas comunidades, que ensinem por meio do conhecimento. É uma mudança radical. Não vai acontecer agora, nem em muitos anos*”; “*não é uma prioridade agora*”. Acrescenta que aquilo que funcionou para seu filho deve funcionar para os outros: ensino personalizado, com mais tempo e de maneira mais intensiva. Tal ensino deveria desdobrar a aula em horas de trabalho de laboratório, “*para poder aprender mais*” (P05U). E o sistema escolar criar mais laboratórios para suprir a falta que faz nas escolas. E não limitar o uso

da tecnologia, como de calculadoras, que é limitado “*não sei por quê*”. “*É lamentável que se continue fazendo os cálculos com lápis e papel. Por que essa limitação, se os alunos vão sair da universidade e trabalhar com recursos desse tipo?*” (P05U)

3.2.2 Clareza conceitual

P11M afirma que há muito que fazer no ensino. “*Se os professores não mudam de mentalidade, então pouco se pode fazer*”. Em primeiro lugar, “*O professor tem que mudar sua concepção, sobretudo na matemática, no ensino de matemática*”. Mudar sua concepção “*sobre o que é matemática. O que entende por matemática, o que entende por resolver problemas...*”. Já P15U diz que, em primeiro lugar “*o docente tem que ter claro muitos conceitos matemáticos, pois [ele] não [os] tem claro*”. Por exemplo, o professor anuncia: “*Vamos estudar o círculo*”. Mas, como exemplo de círculo, dá aos alunos uma circunferência. “*Os professores destas crianças confundem circunferência, que eles chamam de círculo. Nos piores casos ainda colocam a imagem de um círculo e terminam com uma bola [uma esfera], ou seja, os conceitos estão errados. Uma coisa é circunferência, outra coisa é círculo, e outra coisa é esfera*”. Afirma que existem essas deficiências nos conceitos matemáticos dos docentes.

3.2.3 Aprender como o aluno aprende

P11U afirma que o professor “*tem que entender muito bem como um aluno aprende*”. Equivoca-se o docente ao pensar que o aluno aprendeu um conteúdo porque ele, professor, o expôs detalhadamente e os alunos disseram que entenderam, porque, “*quando eles têm que fazer sozinhos, não sabem como começar*”. Tem que tirar a ideia de que os conteúdos são o principal. “*O principal é desenvolver as habilidades para que o aluno, por si, possa aprender mais coisas*”.

Um professor lembra que, enquanto um aluno aprende um conteúdo em uma hora, outros demoram quatro horas. Por isso perguntou-se a P11M:

“Como trata a questão da grande diferença de ritmos de aprendizagem dos alunos, para evitar prejuízo tanto para quem aprende rapidamente quanto para os que aprendem muito lentamente?” Ela responde dizendo que, primeiro, propõe um tema igual para todos. Pede, então, que comentem tudo o que sabem a respeito; para conhecer seus saberes prévios. E *“que todos escutem o que o companheiro está dizendo”*. Em seguida, faz perguntas a respeito para que possam refletir. Os alunos, não apenas *“os que são muito bons”*, vão respondendo. Só então ela apresenta a parte teórica desse conteúdo. No passo seguinte, cada aluno vai responder, durante 20 minutos, a problemas propostos sobre o tema. Em seguida, reúnem-se em duplas para que *“cada um fale como fez para responder”*. Finalmente, vão ao quadro expor a solução e o caminho de resolução que encontraram.

Há tempos, ouvimos um professor dizer que ensinava para os bons alunos; e acrescentava, que os demais corram atrás. Por isso, perguntou-se a P05U: “O que pensas desta afirmação de um professor: ‘Como é bom ensinar para alunos bons’”? Ela responde dizendo que a aula vai bem quando se ensina para uma turma homogênea, *“no sentido de que [...] todos estão no mesmo nível, todos tem os conhecimentos prévios”* necessários para aprender o conteúdo novo. Quando não se sabe como estão os alunos, deve-se buscar conhecê-los. A dificuldade reside no fato de saber quem traz deficiências e quem está muito bem *“porque sempre tem alguém que se destaca”*. E acrescenta que trata, em suas aulas, *“de assegurar que todos”* estejam bem; para isso retoma certos conteúdos já ensinados em semestres anteriores. E reclama que é obrigada a dar conta de todos os conteúdos, por causa da continuidade do currículo, sem poder *“buscar exemplos”* para aplicações desses conteúdos, aprofundando-os. Considera isso prejudicial.

3.2.4 Ensinar conteúdos mirando capacidades

P11M diz que as turmas de alunos são heterogêneas e muito numerosas – 33 alunos por turma, em média. *“Para começar, o grupo de alunos por aula tem*

que ser menor". Em segundo lugar, dever-se-ia realizar uma análise de todos os conteúdos, que se propõe que o aluno aprenda, com vistas à formulação de novos temas que englobem esses conteúdos, com o objetivo de que eles desenvolvam mais suas capacidades, suas habilidades de raciocínio, de comunicação matemática e de resolução de problemas. Trata-se das capacidades *"de analisar, aplicar, processar, representar, codificar, decodificar"*. Pergunta-se: *"Por que o ensino tem dificuldade para conseguir que o aluno desenvolva essas qualidades?"* Ela responde: *Há excesso de conteúdos. Ao ensinar um conteúdo, poder-se-ia "relacionar [a ele] muitas coisas e não se aproveita isso. Os conteúdos se vão de maneira muito rápida: [para] equações, [dedicam-se apenas] duas semanas e [já] passamos a [...] noções básicas de geometria, por exemplo. Ou a frações. Sem conexões de um tema com outro". Sem falar que os exercícios, os problemas que são apresentados aos alunos, são tratados "de uma forma muito mecânica. Pedimos a eles que respondam de imediato, não que reflitam. Isso é o que deveria mudar, me parece"*.

P04U concorda que há excesso de conteúdos nos cursos, *"tanto que muitas vezes os programas dos cursos se resumem à lista de conteúdos"* a ponto de alunos se perguntarem *"o porquê de estarem aqui matriculados"* e a preocupação ser reduzida a se tal ou qual conteúdo foi ensinado. No entanto, a prioridade deveria ser a aprendizagem e não a quantidade de informação. *"Se Einstein tivesse nascido em Montevideú, Lima, Santiago ou Porto Alegre, ele seria o Einstein que conhecemos?"*, pergunta-se. Se bem entendemos, ele pensa que, para que a pessoa tenha condições de *"em determinados momentos estratégicos estar aprendendo muito"* é importante *"estar cercado de gente que tenha feito descobrimentos importantes"*; isso seria fundamental para *"ser"* um Einstein. Sua percepção coincide com informações biográficas (WALTER, 2007) deste gênio do Século XX; ele mesmo beneficiado por um contexto social favorável quando, por exemplo, conseguiu emprego no escritório de patentes: *"trabalhar no escritório de patentes, que vivia*

lotado de pedidos de registro de novas maneiras de sincronizar relógios” (p. 130). A professora afirma ainda que há indicadores de que a educação, especificamente a educação matemática no ensino médio, está muito abaixo do pretendido. Arremata afirmando que se constata pouca abertura para melhorias.

Por sua vez P10M pensa que a matemática poderia melhorar “*se houvesse, constantemente, tempo de preparar o material; mas, lamentavelmente, não se tem tempo [em seu país] para preparar esse material*”. Acredita que isso mudaria a educação em geral e que, concorde-se ou não, pode-se com isso melhorar a educação matemática. Pensa também que, no que concerne aos conteúdos curriculares, os avanços foram e são muito bons. “*Se tivesse tempo, para que se trabalhasse melhor o material, se avançaria muito mais em matemática*”. Exemplifica com seu cotidiano: “[...] *trabalho das 8 da manhã às 6 da tarde; cansado das criancinhas gritando, chego em casa com vontade apenas de descansar. [Por isso,] muitas vezes não se faz um bom material para a próxima aula. Tem que se madrugar para preparar o material [...]*”. Lembrou que há, em seu país, tal como em sindicatos de escolas privadas no Brasil, uma reivindicação em andamento para que a docência tenha “[...] *50 horas pedagógicas e 50 horas para fazer o material*” de ensino. Refere que, no liceu em que trabalha, a jornada é completa “*para que os pais possam trabalhar tranquilos e saber que [os filhos] não estão em casa fazendo bobagens; [...] eu vejo que alguns pais veem [a escola] como estacionamento*” de crianças e adolescentes. E ironiza: “*Cuida do meu filho até às 6 da tarde*”.

P06U crê que o ensino “*está razoável, mas poderia e deveria estar melhor, sobretudo na incorporação de novas tecnologias educativas*”. Eu uso, “*praticamente sempre, o quadro negro. Mas hoje em dia há outras ferramentas. [...] que] podem trazer um relato, projetar [imagens] e visualizar muitos conceitos matemáticos. Com gráficos, com muitas coisas que ajudam a aprender*”. No entanto, ele pensa que, para ensinar “*matemática é fundamental o quadro negro porque se vai pensando, passo a passo, cada coisa;*

[ao contrário], quando se projeta algo, tudo já está pronto”. “Em geral, a tecnologia hoje, eu creio, é muito importante” – é nisso que o ensino poderia melhorar. Por um lado, ele considera que está razoável, mas, por outro, “parece que há muito a fazer para melhorar” o ensino.

Os docentes queixam-se que é difícil patrocinar um ensino de qualidade com turmas de alunos heterogêneas e muito numerosas, com excesso de conteúdos para ensinar e falta de tempo para preparo das aulas. Eles propõem melhorias que deveriam passar pela análise de todos os conteúdos (curriculares) a serem ensinados, para agrupá-los em torno de temas gerais no sentido da formação de capacidades de comunicação matemática e resolução de problemas, além de habilidades de raciocínio. Não apenas de domínio de conteúdos, que deveriam ser tratados de forma articulada (equações com frações, e estas com geometria, p. ex.) e não mecânica. Para isso, impõe-se parar de exigir dos alunos respostas imediatas; em vez disso, promover a reflexão, pois a prioridade deve ser a aprendizagem (*lato sensu*), o desenvolvimento de capacidades, e não a quantidade de informação (aprendizagem *stricto sensu*). Além disso, a docência precisa de mais tempo destinado ao preparo de materiais para as aulas. E não esquecer de introduzir os novos recursos tecnológicos para “visualizar muitos conceitos matemáticos”, exibir gráficos etc. Entretanto, predomina entre eles um certo pessimismo porque “há muito a fazer para melhorar” e percebem pouca disposição do sistema de ensino nessa direção.

3.3 Mirar a aprendizagem

Duas qualidades importantes para o ensino são demandadas pelos entrevistados: informar-se a respeito do que cativa o interesse do aluno e instrumentalizá-lo para que trace seu caminho com autonomia.

3.3.1 O interesse do aluno na aprendizagem

P05U mostra preocupação com o problema complexo de como fazer para que os alunos gostem do que estão aprendendo. *“Que desfrutem e que relaxem; e que não se estressem”*. Afirma que são poucas as aulas em que os alunos conseguem isso, a tal ponto que *“toca o sinal e ninguém se levanta; seguem interessados”*. Acredita que só assim se pode fazer diferença na vida dos alunos. Porém, isso não se consegue com todos porque *“há dificuldades, há diferenças”*.

P09M diz que, em primeiro lugar, *“o ensino deveria ser mais interessante para o aluno”*; para isso, é preciso mudar *“a forma de como [o conteúdo] é ensinado”*. Isso é necessário para que o aluno compreenda, tendo em vista seu futuro. Não se deve ensinar dando a entender que isso é tudo, e que é somente dessa forma. Deve-se ensinar de tal modo que o aluno sinta a necessidade de aprender mais. *“Se alcançamos esta necessidade pessoal do aluno, ele não vai querer aprender somente o que eu ensino, mas vai [querer] aprender mais”*.

P05U afirma que alguns cursos têm muita matemática que, no entanto, não se aplica *“[...] a problemas reais, contextualizados. Se veem muito poucas aplicações. Acho que isto deveria mudar”*. Ela diz que o professor deveria levar os alunos a aplicarem mais o que aprendem, tanto quanto *“partir destas aplicações para desenvolver conteúdos”*. E, *“no curso de mestrado, a ideia é que aprendam, tenham recursos, formalizem seus conceitos [...] Que estejam prontos para criar problemas, porque não estarão se não tiverem os conhecimentos claros”*. Na etapa seguinte, deveriam *“usar um pouco mais a terminologia [matemática]. Não a estamos usando de todo, nos cursos da Universidade”*. Assim ensinada, essa matemática fica distanciada da vida do aluno, de seus interesses, necessidades ou motivações.

P07F afirma que a mudança no ensino deveria ser encaminhada no sentido de *“centrar o aluno mais na resolução de problemas, porque o aluno não raciocina, não pensa muito na resolução de problemas, por isso precisamos focar mais nisto”*. Problemas que devem ser formulados a partir do que o aluno traz de casa, de suas vivências; não das vivências do professor. Ele exemplifica isso dizendo que, a partir da curiosidade de um aluno, de seus interesses, formulou as seguintes perguntas: *“-Quantos anos tem teu pai? -56 anos. -E tua mãe? -48. -Qual a diferença entre essas idades? -[...]. -Quantos anos teu pai tinha quando você nasceu? Assim os alunos vão aprendendo melhor”*.

Esses docentes insistem em que o ensino de Matemática se aproxime da vida do estudante, dos seus interesses, vivências e de seu contexto de vida. Isso implica mudanças na forma de ensinar conteúdos. Primeiro, mostrar que tal conteúdo é apenas uma parte da Matemática, pois um estudante não vai ampliar seu interesse em aprender, se achar que a Matemática é apenas isso e que só existe tal forma de abordá-la. Em segundo lugar, desafiar a aprendizagem com resolução de problemas; mas, problemas formulados a partir do contexto de vida do estudante. É dessa forma que se pode realizar uma aula na qual o sinal sonoro, que avisa seu término, é ignorado pelos alunos, pois eles continuam interessados.

3.3.2 Instrumentalizar o aluno para que construa seu caminho

Muitas mudanças são necessárias no ensino, afirma P02U, tanto na universidade onde trabalha, quanto na escola em geral. *“Eu acho que deveria ser uma educação muito mais levando o aluno a seguir o seu caminho. [...]. Estou falando [de] uma questão muito complicada, porque você não pode dar um atendimento pessoal aos estudantes”*. No curso de Matemática em que leciona, diz que pode dar atenção porque são poucos alunos. Mas, nas engenharias, em que há milhares de estudantes, isso é inviável. *“É impossível que você permita, a cada um deles seguir o seu caminho”*. No entanto, apesar de estimar sua inviabilidade, ele alimenta essa

ideia. Ele advoga a favor de *“uma flexibilidade maior”* para a aprendizagem do aluno porque *“[...] a gente pode ver a matemática de diferentes maneiras. Um entende de uma maneira e leva todos os problemas para o seu campo de entendimento”*. E acrescenta: *“Ninguém é mais inteligente que outro, mas sim, tem diferentes capacidades. [...] Então, dar um pouquinho mais de atenção ao caminho da pessoa, depende da pessoa [do professor]”*. Ele propõe caminhos, há muito tempo discutidos em educação, especificamente em psicologia da aprendizagem, mas parece que isso não chegou ao ensino de matemática e, menos ainda, de engenharias. Daí sua afirmação de que *“Isto seria uma coisa muito abstrata [...]. Difícil de dizer como seria”*.

Ele propõe ainda que o ensino deve mudar de função. Em vez de *“formatar”* o estudante, à imagem e semelhança do professor, o ensino deve ajudá-lo *“a seguir o seu caminho”*. Reconhecer a inteligência do estudante e o direito que ele tem de interpretar a Matemática para a sua forma de ver o mundo, já que *“a gente pode ver a matemática de diferentes maneiras”*.

3.4 Qual epistemologia?

Para cinco docentes, foi proposta a pergunta epistemológica clássica sobre o inato e o adquirido no conhecimento: *“O que é hereditário e o que é adquirido na capacidade de fazer matemática?”*. Alguns desses docentes pensam que a resposta a isso – ou inato, ou adquirido – resolve o que observam no seu cotidiano: enquanto um aluno precisa de dez horas para aprender um conteúdo novo, uma aluna precisará de duas. *“É o genético, mas as duas pessoas, a largo e grosso modo, chegarão ao mesmo lugar: a [ser] uma pessoa boa, com conhecimento bom”* (P06U).

P02U começa dizendo: *“[...] acho que não há número [%] exato, é como falar qual a importância da perna esquerda e a da perna direita para caminhar. É igual,*

sei lá”. “Nascemos com duas pernas, nascemos também com noções matemáticas?”, pergunta-se. Ele responde: “Acho que sim. Claro! Nascemos com noções matemáticas e aprendizagem matemática...”. Em seguida, ele discorre sobre as relações entre linguagem matemática e linguagem em geral dando a entender que temos conceitos, mas precisamos aprender as palavras para poder expressá-los. Afirma algo análogo ao pensamento de Chomsky (1979), sobre a herança genética de uma gramática universal; e que aconteceria o mesmo com a capacidade matemática. Mas, como não conseguimos capturar com clareza o que disse, por falhas na entrevista e ruídos na gravação, tivemos que, com pesar, descartar a continuação dessa contribuição. Ele pensa que o conceito de “círculo”, nós o temos na cabeça “desde muito pequenos. [...] com certeza, três anos [de idade]”. “Esse conceito tem uma parte inata?”, pergunta-se. Ele responde: “Acho que não. Mas não é um macaco que vai entender um círculo. Ele vai entender, mas não vai conseguir falar”. E acrescenta: “eu acho que o conceito é adquirido depois que você vê a natureza. [...] Vê que tem dia e tem noite. [...] Muito pequeno aprendi o que é dia e o que é noite. Eu não sei quando aprendi; porque você sabe que a criança aprendeu quando ela fala. [...] É como a língua. [...] a capacidade da linguagem você já tinha quando nasceu. Tinha capacidade de aprender, mas ninguém te falou”.

Após vencer a dificuldade de entender a pergunta, para ele inusitada, P03U diz: “Bom, também depende do nível matemático que queiramos ensinar. Isto é fundamental. Há um certo nível de matemática que todos podem chegar, [como] saber as operações, saber calcular porcentagens, [...]. Depois, quando começa a subir o nível de abstração, são muito poucos que podem chegar”. Em seguida acrescenta: “Eu creio que o hereditário pode ser 60%, ou uns 50%”. Se bem entendemos, ele pensa que “a matemática mais simples, mais da vida cotidiana” depende em 50, 60% do fator hereditário; mas, para a matemática mais avançada, a influência da hereditariedade cai,

pode cair a “uns 20%”. O importante é “*ter uma capacidade racional, o resto se desenvolve*”.

P04U responde de imediato: “*Se adquire por contato com o meio. Não sei. [...] Não estou certo. Uns 20% [para o fator genético], que vem de alguma forma, e 80% que vai se gerando por todas as coisas que [se] vai conhecendo*”. “O que se traz, geneticamente, é modificado pelo meio ou, simplesmente, formata o meio?”, pergunta-se. “*Creio que o meio possa mudar muito a capacidade. O meio, é claro, a atitude deliberada da pessoa que se faz consciente, que se prontifica e regula seu aprendizado e sabe buscar o desenvolvimento*”. Ele diz ter observado isso em alunos que “*conseguiram avançar com comportamento estrutural e alguns trabalhos*”. E fala de uma tendência equivocada de se compreender a inteligência como algo definitivo, difícil de modificar; por exemplo, quando se diz que alguns estudantes “*são muito bons*” enquanto outros, “*pobres*”, não se sabe o que fazer para que aprendam. Ele pensa que não é assim que as coisas acontecem.

P06U afirma, a respeito da influência dos fatores genéticos e dos ambientais na determinação da capacidade matemática, que “*Para ser um Einstein, a genética [risos]; mas, para pessoas razoáveis, mais ou menos como a maioria da gente do mundo, me parece que 80% [vem] da sociedade em que se vive*”, do meio social. Excepcionalmente, quando se trata de carências extremas, da pobreza ou da miséria, isto é, falando de classe média, com boa educação, lhe parece que é 80%. Conclui que o mais importante não é o fator genético; por isso atribui valores de 80% para os fatores ambientais e 20% para os genéticos; ou na proporção de 70% (ambientais) e 30% (genéticos).

P13U, a quem também se dirigiu a pergunta, teve sua resposta invalidada porque o áudio da entrevista ficou ininteligível.

As respostas desses cinco docentes já seriam suficientes para uma rica análise epistemológica. Optamos por fazê-la em 4.0, juntamente com as demais respostas às duas perguntas.

4.0 Concepções epistemológicas: genoma x meio ambiente

Os docentes não pensam num sujeito de conhecimento como síntese do inato e do adquirido, realizada por inúmeras, sucessivas e progressivamente complexas construções ao longo da existência, sobretudo nos 15 primeiros anos de vida. Quem saberia distinguir o inato do adquirido, em termos de conhecimento, de um jovem de 15 anos de idade, de um adulto de 50 anos ou de um idoso de 90? Por isso, pensar o ser humano, à base dessa dicotomia, é trilhar um caminho inviável e estéril. Um professor expressou bem esse problema ao dizer que isso equivale a perguntar qual perna é mais importante para caminhar, a direita ou a esquerda.

No entanto, a falta de teoria que dialetize genoma e meio-ambiente, inato e adquirido, sujeito e objeto, aluno e matemática leva docentes a propor que a importância relativa de hereditariedade e meio – físico ou social – tem, para um, 60% a 40%, tendendo a valorizar mais o genoma; para outro, 20% a 80%, o que denota uma tendência a superestimar a influência do meio, especialmente o social, na formação da capacidade cognitiva. Esse modo de interpretar a formação do sujeito do conhecimento é congruente com a alternância de concepções epistemológicas, que vimos detectando em nossas análises (BECKER, 2019, 2021, 2022b, 2022c, 2022d): predominância do empirismo e recurso ao apriorismo, sempre que o empirismo não consegue responder às perguntas pertinentes. E retorno ao empirismo assim que o incômodo desaparece.

Enquanto uns afirmam que nascemos com noções matemáticas ou com a capacidade de linguagem, ou, ainda, com estruturas cerebrais, outros – ou,

surpreendentemente, os mesmos – que o meio muda muito as capacidades e, na medida do avanço da aprendizagem matemática, sua influência vai crescendo. Essas afirmações, de tendência empirista, colidem – ou até contradizem – com as várias afirmações aprioristas que afirmam a herança genética das capacidades matemáticas: *“nascemos com noções matemáticas”*; o conceito de “círculo”, nós o temos na cabeça *“desde muito pequenos”*, desde os três anos de idade; até o macaco *“vai entender [o círculo], mas não vai conseguir falar”*; *“a capacidade da linguagem você tinha já quando nasceu”*; *“há um certo nível de matemática que todos podem chegar”* porque herdam capacidades comuns a todos; *“para ser um Einstein, a genética”* explica; as crianças têm *“uma inteligência inata e as estruturas estão no cérebro”*. A única forma de superar esse conflito cognitivo – ou inato, ou adquirido – de impacto negativo na prática pedagógica, é buscar uma teoria que critique radicalmente as concepções epistemológicas, empiristas e aprioristas, na direção de um construtivismo interacionista. Diz Piaget:

As relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pelo da atividade do sujeito, mas por um estado indiferenciado; e é deste estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação das coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas (PIAGET, 1978b, p. 386).

Inclusive, aparecem posições análogas ao kantismo, e de um certo platonismo, ao se afirmar que o conceito é adquirido depois que o sujeito vê a natureza, ou após o aparecimento da fala, pois só se sabe que a criança aprendeu quando ela fala; isto é, a capacidade de entendimento já está ali a priori, mas, para chegar ao conceito, é preciso ver a natureza, isto é, as aquisições a posteriori, a empiria. Essa dicotomia epistemológica instaura um preconceito, que pode causar muitos estragos nos estudantes, como o de acreditar que todo mundo pode chegar a aprender conhecimentos elementares de matemática, mas, quando a complexidade aumenta, poucos conseguem aprender porque a grande maioria

não herdou capacidade suficiente. A teoria piagetiana mostra que herdamos a capacidade genômica de construir, mas que não herdamos as capacidades estruturais, lógicas (estruturas); estas precisam ser construídas. E que todas as noções cognitivas, como as mais básicas de objeto, espaço, tempo e causalidade, com as quais interpretamos o mundo, nós as adquirimos por construção e as desenvolvemos ao longo da vida, sobretudo na infância e adolescência; isso implica assimilação do meio, sem a qual não haverá acomodação. Herdamos, portanto, o funcionamento, não as estruturas lógicas.

Porém, aparecem, na fala de alguns docentes, sinais de um caminho novo pelo exercício de crítica contundente: a) ao fazer sem compreender, à falta de tempo para se dedicar à resolução de problemas até dominá-los, e dominar a matemática envolvida em sua resolução; isto é, de não perseguir, como única meta, a acumulação de conteúdos, ou pensar que conteúdos podem ser acumulados sem estruturas cognitivas capazes de assimilá-los; b) à existência no ensino de uma dicotomia entre teoria e prática, isto é, ensina-se a resolver um problema sem compreendê-lo, e sem compreender como se chegou (ver história da Matemática, ver BECKER, 2022c) à generalização de um caminho de resolução; isto é, aplicam-se algoritmos sem compreendê-los; c) à importância atribuída ao “passar” os conteúdos, jogando a responsabilidade da compreensão aos estudantes, o que compromete a aprendizagem de noções e conceitos, sem os quais não se atinge a compreensão da Matemática; d) ao menosprezo às necessidades dos estudantes, às diferenças entre eles (por exemplo, aluno do meio rural ou do meio urbano), impedindo que os que apresentam maiores dificuldades de aprendizagem possam debruçar-se, com tempo suficiente, para compreender exhaustivamente o problema e a matemática nele envolvida; isto é, para construir noções e conceitos que a resolução do problema envolve; e) à ideia de que o ensino é hegemônico frente à aprendizagem, ignorando que o objetivo do ensino deve ser a

aprendizagem e não a quantidade de conteúdos “passados” ao aluno; que o ensino “focaliz[er] a resolução de problemas” e contemple “um enfoque construtivista”; f) à inadequação do currículo e, sobretudo, do ensino à capacidade do aluno.

Essas novidades postulam uma pedagogia ativa, participativa, que exige um ambiente mais democrático para funcionar sem solução de continuidade; uma dinâmica de sala de aula na qual se envolvam integralmente docentes e discentes; docentes instrumentalizados, que formulem problemas desafiadores e garantam clareza teórica; discentes ativos, dispostos, sozinhos ou reunidos com colegas, a responder aos desafios lançados pela docência. Uma sala de aula dialógica, interativa, com espaço e tempo planejados para o exercício da autonomia intelectual e moral. Um ensino em que conteúdos e construção de estruturas cognitivas tenham igual atenção da docência, com especial atenção aos processos de construção das ciências, atendendo a alertas como o do físico Marcelo Gleiser (#Papoastral, Youtube): “A narrativa da ciência só conta o resultado, não conta o processo.”

Tal ensino só pode ser fundado por uma epistemologia crítica, interacionista ou construtivista; de modo algum, por uma pedagogia fundada por epistemologias de senso comum, empiristas ou aprioristas.

Acrescente-se, a esses sinais de um caminho novo, uma novidade alvissareira: um docente rompe a dicotomia inato-adquirido quando, após afirmar que o meio pode mudar muito a capacidade herdada, corrige-se e afirma que não é o meio, mas “a atitude deliberada da pessoa que se faz consciente, que se prontifica e regula seu aprendizado e sabe buscar o desenvolvimento”. Sua posição é congruente com a de Piaget (1974b, p. 12-13):

A terceira direção, que é decididamente a nossa [...], é de natureza construtivista, isto é, sem preformação exógena (empirismo) ou endógena (inatismo) por contínuas ultrapassagens das elaborações sucessivas, o

que, do ponto de vista pedagógico, leva incontestavelmente a dar toda ênfase às atividades que favoreçam a espontaneidade da criança.

Esse docente aproxima-se, pois, do que é caro à Epistemologia Genética, ao afirmar que não é o meio, diretamente, que determina o sujeito, mas é a ação do sujeito que, assimilando o meio (ação assimiladora), e respondendo ativamente aos desafios desse meio (ação acomodadora), faz surgir capacidades cognitivas progressivamente complexas, como as estruturas matemáticas que prolongam, por diferenciação, estruturas lógicas previamente construídas. Não por determinação do meio, ou do genoma; também não pela pressão direta do meio sobre estruturas herdadas; mas, por interação radical entre sujeito e meio. O sujeito assimila o meio e, desafiado pelo meio que assimilou, responde, por acomodação, a esse desafio, transformando-se para melhor, isto é, construindo algo novo como síntese da relação sujeito-meio. Ou, o sujeito, desafiado pelas instâncias do meio – como o ensino – constrói, por abstração reflexionante ou aprendizagem *lato sensu*, suas capacidades cognitivas. Construção que ele realiza por reflexionamentos, ou retirada de qualidades das coordenações das ações próprias, seguida de reflexões, ou reorganizações que redundam em patamares mais complexos de cognição, originando novas capacidades cognitivas. Tais capacidades cognitivas possibilitam aprendizagens mais complexas que as anteriores.

Por esse caminho, pode-se atingir o objetivo, almejado por não poucos docentes que afirmam que a prioridade deveria ser a aprendizagem e não a quantidade de informação, pois, “*Se os professores não mudam de mentalidade, então pouco se pode fazer*”; “*O professor tem que mudar sua concepção, sobretudo na matemática, no ensino de matemática*”, “*sobre o que é matemática. O que entende por matemática...*”; se alcançarmos a “*necessidade pessoal do aluno, ele não vai querer aprender somente o que eu ensino, mas vai [querer] aprender mais*”; por isso, “*O principal é desenvolver as habilidades para que o aluno, por si, possa aprender mais coisas*”; para isso, o professor

“tem que entender muito bem como um aluno aprende”; a educação matemática *“deveria ser uma educação muito mais levando o aluno a seguir o seu caminho”*; assim, ele poderá assumir *“a atitude deliberada da pessoa que se faz consciente, que se prontifica e regula seu aprendizado e sabe buscar o desenvolvimento”*; é preciso superar a tendência equivocada de se compreender a inteligência como algo definitivo, difícil de modificar ao afirmar-se que alguns estudantes *“são muito bons”* enquanto outros, *“pobres”*, não se sabe o que fazer para que aprendam. Para começar, o professor, além do quadro-negro, deve utilizar *“outras ferramentas”*, recursos tecnológicos, projeção de imagens, relatos, gráficos, *“muitas coisas que ajudam a aprender”* e a compreender *“conceitos matemáticos”*. E, sobretudo, acrescentamos, que o espaço escolar se transforme cada vez mais em laboratório, espelhando a diversidade dos laboratórios, científicos ou tecnológicos, espalhados pelo mundo; e que não se restrinja mais a monótonos auditórios.

Como se vê, vários docentes, embora em minoria, fornecem preciosas pistas para superar essa pretensão de atribuir percentuais, à genética e ao meio, na formação das capacidades cognitivas. Em resposta a isso, pensamos que meio e genética comparecem integralmente, no processo de desenvolvimento cognitivo e de aprendizagem, pois as capacidades emergem, progressivamente complexas, da interação radical dessas instâncias. A docência faz parte do papel do meio social nessa interação, daí a importância fundamental da qualificação dessa presença. Essa fundamentação legitima o comparecimento integral, de discente e docente, na relação pedagógica interacionista-constructivista.

O que pretendemos, finalmente, é que a docência encontre sua essência: transformar a informação, que tem por função docente ensinar, mediante sua concepção pedagógica e sua prática didática, em conhecimento; melhor ainda, em sabedoria. É isso que os seres humanos precisam e é isso que dignifica a docência na medida em que abre inúmeros caminhos para que o estudante aprenda

e, importante, goste de aprender porque descobriu o significado da Matemática – essa importante criação da Humanidade. O neurocientista brasileiro, Miguel Nicolélis (2022), afirma que “A Matemática não é uma questão de aptidão, de as pessoas nascerem para fazer [...]. A Matemática é uma questão de como você ensina e como você não apavora as crianças no começo da vida escolar, [proporcionando um ensino] lúdico, interessante, prático e atraente [...]. A criança tem que gostar de ir para a escola e não o oposto”. Isso vale para todas as idades escolares. Ou, como afirma Piaget (*apud* WADSWORTH, 1997, p. 172), que a boa ação educativa:

[...] atrai o interesse para a verdadeira atividade, para o trabalho espontâneo, baseado na necessidade pessoal e no interesse. Isso não quer dizer... que seja uma exigência da educação ativa que as crianças façam só o que querem... acima de tudo, almeja que elas queiram fazer o que fazem: que desejem agir e não que sejam obrigadas a agir. A necessidade ou o interesse que resulta da necessidade... este é o fator que fará da reação uma ação autêntica... A lei do interesse é, portanto, o único pivô em torno do qual todo o sistema deve girar.

Comparando estes resultados com as pesquisas brasileiras, constatamos que os docentes entrevistados, a quem agradecemos a disponibilidade, a coragem e a generosidade de dispor-se a falar sobre sua atividade docente, denotam, tal como a docência brasileira, claro domínio da concepção empirista impregnando a compreensão da aprendizagem e determinando a prática docente. Diferenciando-se, porém, na maior adesão à concepção apriorista e, decididamente, apresentando mais frequentes ensaios construtivistas; ensaios que emergem, como intuições, de sua prática docente. Infelizmente, essas preciosas intuições não se concretizam em construções teóricas – garantias de sua continuidade – e, com isso, se perdem, não se convertendo em práticas docentes inovadoras que podem ser continuadas por novas gerações de docentes.

Referências

BATTRO, Antonio M. **Dicionário terminológico de Jean Piaget**. Tradução: Lino de Macedo. São Paulo: Liv. Pioneira Ed., 1978.

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos (Cap. 1). In: _____. **Educação e construção do conhecimento**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012a.

BECKER, Fernando. Aprendizagem e conhecimento (Cap. 2). In: _____. **Educação e construção do conhecimento**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012b.

BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor: o cotidiano da escola**. 16ª. ed., 4ª. reimp., Petrópolis: Vozes, 2022a.

BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor de matemática**. Petrópolis: Ed. Vozes, 2012c.

BECKER, Fernando. Sujeito do conhecimento e ensino de matemática. **Schème, Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. Marília: UNESP, Vol. 5, set. 2013. p. 65-86

BECKER, F. Abstração pseudo-empírica: significado epistemológico e impacto metodológico. **Educação & Realidade**. v. 42, n. 1, p. 371-393, 2017. <https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/view/56521>

BECKER, Fernando. Abstração pseudo-empírica e reflexionante: significado epistemológico e educacional. **Schème, Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. Marília: UNESP, v. 6, Número Especial, 2014. p. 103-127 Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/4276>

BECKER, Fernando. Enseñanza escolar de Matemáticas: Fundamento epistemológico, significado y aprendizaje. **Revista de Psicología**. Lima (PUCP), v. 41, n. 2, p. 915-962, 2023d.

BECKER, F. Docência e aprendizagem de Matemática: humanos e não humanos. **Ensino de Matemática em Debate**. São Paulo (PUC/SP), v. 9, n. 3, p. 117-140, 2022b. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/issue/view/2790>

BECKER, F. Docência e história da Matemática: concepções epistemológicas. **Schème, Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. Marília - SP, v. 14, n. 2, ago./dez. 2022c. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/14255>

BECKER, Fernando. Gênese de Noções Matemáticas Elementares: concepções epistemológicas subjacentes às respostas de docentes de Matemática de três países sul-americanos. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**. Rio Claro, UNESP, v. 35, n. 70, p. 588-613, ago. 2021. Disponível em: <http://www.scielo.br/bolema>.

BECKER, F. Construção do conhecimento matemático: natureza, transmissão e gênese. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**. v. 33, n. 65, p. 963-987. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/bolema>.

CHOMSKY, N. A propos de structures cognitives e de leur développement: une réponse à Piaget. In: PIATELLI-PALMARINI, M. (Org.). **Théories du langage, théories de l'apprentissage; le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky**. Paris: Éditions du Seuil, 1979. p. 65-87.

DEVLIN, Keith J. **O instinto matemático: por que você é um gênio da matemática [assim como lagostas, pássaros, gatos e cachorros]?** Tradução de Michelle Dysman. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009.

GLEISER, Marcelo. #Papo Astral. Entrevista ao neurocientista Miguel Nicolélis. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SnERcEe-L7s>

GUGLINSKI, Wladimir. **A evolução da mecânica quântica; o duelo Heisenberg versus Schrödinger**. Porto Alegre: Ed. Bodigaya, 2008.

NICOLÉLIS, Miguel. Nosso cérebro é como a Bolsa de Valores (entrevista realizada por Mauro Naves). 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TAE5D4rUDnY>

NUNES, T. & BRYANT, P. **Crianças fazendo Matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PIAGET, J. **Introducción a la epistemología genética; el pensamiento matemático**. Tradução: Maria Teresa Cevasco Victor Fishman. Buenos Aires: Ed. Paidós, 1978a.

PIAGET, J. & INHELDER, B. **Memória e inteligência**. Tradução: Alexandre Rocha Salles. Brasília: Art Nova, Editora da Universidade de Brasília, 1979.

PIAGET, J. e GRÉCO, Pierre. **Aprendizagem e conhecimento**. Tradução: Equipe da Livraria Freitas Bastos. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974a.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Tradução: Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1978b.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. Tradução: Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança; imitação, jogo e sonho; imagem e representação**. Tradução: Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1978d.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação**. 14. ed. Tradução: Ivette Braga. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1974b.

PIAGET, J. **Problemas de psicologia genética**. Tradução: Celia E. A. di Piero. Rio de Janeiro: Forense, 1973a.

PIAGET, J. **A tomada de consciência**. Tradução: Edson Braga de Souza. São Paulo: EDUSP/ Melhoramentos, 1977.

PIAGET, J. **Fazer e compreender**. Tradução: Christina Larroudé de Paula Leite. São Paulo: EDUSP/ Melhoramentos, 1978c.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante: relações lógico aritméticas e ordem das relações espaciais**. Tradução: Fernando Becker e Petronilha Beatriz da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos**. Tradução: Francisco M. Guimarães. Petrópolis (RJ): Ed. Vozes, 1973b.

PIAGET, J. **Development and learning**. In: LAVATELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. (Tradução disponível em:

http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/fetch/74464622/desenvolvimento_aprendizagem.pdf

PIAGET, J. **Inteligencia y afectividad**. Tradução: María Sol Dorín. 1ª. ed., 1ª. reim. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

WALTER, Isaacson. **Einstein; sua vida, seu universo**. Tradução de: Carlos Nogueira, Fernanda Ravagnani, Isa Mara Lando, Denise Pessoa. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

WADSWORTH, Barry J. **Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget**. 5 ed. revisada. São Paulo: Pioneira, 1997.

Recebido 18/10/2023

Aprovado 23/12/2023