
A recepção diacrônica da obra de Jean Piaget na didática das ciências francófona

Marcelo Leandro EICHLER¹

Resumo

Uma obra ampla, vasta e profunda como a de Jean Piaget é recebida, interpretada e utilizada de formas diversas em diferentes campos do conhecimento. Neste artigo, procura-se apresentar como essa obra, ou uma parte dela, foi recebida diacronicamente no âmbito da didática das ciências francófona. Nesse sentido, buscou-se verificar as referências e as citações a Piaget nos periódicos da didática das ciências francófonos *Didaskalia* e *Aster*. As referências a Piaget foram destacadas dos artigos e foi possível identificar e agrupar os principais temas que são abordados quando se utiliza Piaget como suporte a algum argumento ou como uma indicação crítica a ser superada. Os temas de destaque identificados e analisados foram: referências à epistemologia, características do pensamento infantil, funcionamento psicológico, elaboração conceitual, causalidade, história das ciências, utilização pedagógica (construtivismo) e relação com Vygotsky.

Palavras-Chave: Epistemologia Genética, Didática das Ciências, Estudos de Recepção

The diachronic reception of the work of Jean Piaget in francophone science education

Abstract

The work of Jean Piaget is wide, deep and extensive. In this sense, it is received, interpreted and used in various ways in different fields of knowledge. In this article, we seek to show how this work was received diachronically within the francophone science education. Accordingly, we attempted to verify the references and citations about Piaget in francophone science education journals *Didaskalia* e *Aster*. References to Piaget were highlighted and it was possible to identify and group the main issues that are addressed when using Piaget supporting an argument or as a critical indication to be overcome. The prominent themes were identified and analyzed: references to epistemology, characteristics of children's thinking, psychological functioning, conceptual development, causation, history of science, educational use (constructivism) and relationship with Vygotsky.

Keywords: Genetic Epistemology, Science Education, Reception Studies

¹ Licenciado em Química (UFRGS) e Doutor em Psicologia do Desenvolvimento (UFRGS). Professor do Departamento de Química Inorgânica, Instituto de Química, UFRGS. E-mail: exlerbr@yahoo.com.br.

Introdução

Uma obra ampla, vasta e profunda como a de Jean Piaget é recebida, interpretada e utilizada de formas diversas em diferentes campos do conhecimento. Nesse sentido, sua obra está sujeita a uma diversidade de compreensões parciais. Conforme van der Veer (1999) sugere, em metáfora, as teorias migram entre diferentes países e audiências como um organismo vivo. O autor compreende que, como um organismo, as teorias se adaptam² a novos ambientes e sofrem graduais e, muitas vezes, repentinas mudanças. Ao sofrerem essas mudanças, elas podem apresentar apenas uma lembrança de sua natureza original, como imagens de uma pessoa tomadas em diferentes períodos de sua vida. Mas, como organismos, elas podem mudar seu ambiente, modificando a compreensão e as perspectivas dos leitores, ou criando novos *horizontes de recepção*. Assim, por exemplo, os leitores podem apropriar-se seletivamente de Piaget ou podem, mesmo, distorcer severamente suas ideias.

Em um artigo anterior publicado nesta revista (Eichler, 2009), procurei mostrar que a educação científica pode ser considerada um terreno produtivo para o estudo das relações entre psicologia e educação escolar, apresentando uma revisão da literatura que teve por objetivo evidenciar a relação entre a didática das ciências e a obra de Jean Piaget, apresentando alguns estudos sobre a difusão e a recepção da sua obra. No escopo do projeto do qual se destacou aquela revisão da literatura, pretende-se evidenciar e analisar a recepção diacrônica, ou a difusão, de uma expressiva obra psicológica (aquela de Jean Piaget) e de sua recepção no domínio específico da didática das ciências.

Nesse particular, pode-se dizer que os estudos sobre a recepção de obras acadêmicas permitem, entre outros: i) compreender melhor as ideias de um autor e ii) saber-se porque são aceitas ou rejeitadas suas ideias por seus pares ou por seus leitores. Portanto, neste artigo se busca apresentar como a obra de Jean Piaget, ou uma parte dela, foi recebida diacronicamente no âmbito da didática das ciências francófona.

2 Em outra tradução para o português poder-se-ia dizer *são adaptadas*, uma vez que o verbo em inglês dificilmente é utilizado em forma pronominal, mas em português sim.

Acerca da história da Didática das Ciências.

Sobre a história da didática das ciências na França, Giordan (1999) sugere que existiria um impasse no ensino de ciências, pois tal como ele é praticado atualmente não são apresentados os resultados que seria de se esperar. As avaliações efetuadas desde mais de vinte anos denunciam claramente essa situação. Os conhecimentos ensinados são esquecidos ao fim de poucas semanas e se encontram na universidade as mesmas dificuldades observadas sobre a escola primária.

Já há uns quarenta anos, inovações foram desenvolvidas para superar essa situação. Isso foi obra de professores isolados ou agrupados em pequenas equipes locais. Alguns eram próximos ou membros de movimentos pedagógicos como o Movimento Freinet, ou o grupo francês de educação nova (GFEN), ou inspirados pelos trabalhos de psicólogos (como Jean Piaget) ou, ainda, motivados por razões positivistas.

Outras inovações foram mais espontâneas, como o grupo de *École normale supérieure* (ENS) de Ulm, em volta de Alain Pilot, bem como os movimentos pedagógicos em diversos cantões francófonos da Suíça e em algumas regiões da Itália e da Espanha, que faziam oposição mais ou menos franca ao ensino oficial, entendido como obsoleto e dogmático.

De acordo com Lebeuame (2005), a institucionalização dessas preocupações levou à criação de uma comissão para a renovação do ensino de ciências físicas, presidida por André Lagarrigue (professor universitário, em Paris-Sud), que foi então instituída em 1971. Em outubro do mesmo ano é criado o grupo de trabalho dirigido por Goéry Delacôte (professor universitário em Paris 7). Esse Grupo de Trabalho da Comissão de Renovação para o Ensino de Física (GTCREP) se consagra à elaboração de módulos de ensino destinados aos colégios.

Os projetos de ensino desse grupo apresentavam diversas características. Inicialmente, elas eram inovações nas quais a experimentação é definida como uma pesquisa operacional. Elas são igualmente confrontadas às proposições dos grandes projetos internacionais de reforma do ensino, em particular o programa *Sesame* da Universi-

dade de Berkeley e aos trabalhos do centro de pesquisa sobre o ensino científico da universidade de Kiel, na Alemanha. O entendimento da pesquisa apoiada na experimentação tem três facetas complementares. A primeira está relacionada à avaliação dos módulos em diferentes aspectos: objetivos, atividades dos alunos, comportamentos dos professores. A segunda reúne um conjunto de problemáticas que associam os pontos de vista epistemológico, pedagógico e psicológico: busca pelo raciocínio experimental, sobre o controle dos conhecimentos em física tal como é realizado nas práticas escolares, sobre a eficiência dos trabalhos práticos, sobre os obstáculos ao conhecimento científico do mundo físico. Esses temas constituem os grandes eixos do laboratório que serão progressivamente desenvolvidos e enriquecidos por quase trinta anos. A terceira é uma pesquisa adjunta apresentada por Francis Halbwachs, colaborador de Jean Piaget e professor da Universidade de Aix-en-Provence, e consagrada à concepção e experimentação de um módulo de “mecânica”.

Segundo Giordan (1999), dessas origens, entre outras, emergiu um novo campo de pesquisa, chamado de “didática das ciências”, que tenta prolongar essas diversas inovações. Na França e na Suíça, assim como nos países anglo-saxões, essa abordagem favoreceu as pesquisas didáticas relacionadas às concepções dos alunos (falava-se então de “representações”), esses trabalhos tiveram por fim melhor compreender suas dificuldades e seus fracassos.

Em países de língua francesa, diversas universidades seguiram nessa direção: na França, as universidades de Paris VII, Aix-Marseille ou Montpellier; no Canadá, a Université de Laval no Quebec e depois a universidade de Quebec em Montreal; na Bélgica, duas universidades, em Namur e em Louvain-la-Neuve. Por fim, na Suíça, a universidade de Genebra sempre teve um papel pioneiro na educação científica, primeiro com a equipe neopiagetiana em volta de Vinh Bang, depois, é claro, com o surgimento do LDES (*Laboratoire de didactique et épistémologie des sciences*) em 1980, reconhecido hoje em dia no plano internacional.

Além disso, conforme Lebeaume (2005), é nesse contexto e nessa conjuntura que o projeto cultural do sistema educativo é debatido com as questões recorrentes e

sempre presentes de orientação escolar, de acolhida generalizada de jovens, de suas condições de aprendizagem, de ensino de base com o lugar do latim, das línguas vivas e da tecnologia. Nessa época em que numerosos países europeus reorganizam igualmente sua escola, as preocupações com a educação científica e educação tecnológica solicitavam a pesquisa e contribuíram para a fundação do LIREST (*Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Éducation Scientifique et Technologique*).

Posteriormente, a comunidade de pesquisa e os pesquisadores foram também progressivamente consolidados. A legitimidade da didática das ciências experimentais e da tecnologia acompanha a universalização da pesquisa. A esse respeito, os fundadores dessa disciplina de pesquisa se engajam em uma política de publicação e de relações internacionais. Em 1979, o laboratório (LIREST) participa do lançamento da revista *European Journal of Science Education*, da Universidade de Kiel, cujo primeiro artigo do primeiro volume é de Fritz Kubli e é dedicado à Jean Piaget. Outras revistas ajudam a popularizar esse movimento, como a *Enseñanza de las ciencias* e a *Didaskalia*, ou as revistas de divulgação *Aster*, animada por Anne Vérin para o ensino, e *Alliage*, de Jean-Marc Lévy-Leblond.

Além disso, a contribuição do LIREST nas Jornadas de Chamonix, criadas em 1979, acompanha também essa vontade de reunir os pesquisadores, de discutir os trabalhos e seus resultados e de examinar as orientações mais pertinentes.

Com o objetivo de traçar a história da didática das ciências francesa, alguns dos principais pesquisadores desse campo do conhecimento concederam entrevistas à Goffard e Weil-Barrais (2005), rememorando a formação dessa área de pesquisas e indicando as principais referências que constituíram o campo. O depoimento de Goéry Delacôte indica algumas fontes intelectuais que alimentavam os debates:

“Muitas coisas nós temos bastantes marcadas. Havia a abordagem (*démarche*, no original) experimental. Ela é muito inspirada na observação pragmática da abordagem americana, aquela que era baseada no MIT na construção experimental dos novos currículos de ciências para o primário, como o *ESS* (*Elementary Science Studies*), ou aquela

que era baseada em Berkeley quando Robert Kaplus ainda estava vivo. Nós nos inspiramos muito nisso. Essa foi uma fonte intelectual importante. A segunda fonte intelectual foi a fonte francesa de L. Leboutet, em paralelo à R. Driver, que também foi inspirada na abordagem de Leboutet, que havia trabalhado com as representações. (...). A terceira fonte de informação, para mim, muito forte, foi inspirada em Fred Reif [coordenador do grupo *Sesame*].” (pp. 51-52).

Especificamente sobre a influência de Piaget, no seguinte extrato da entrevista é possível ver o papel tangencial a que é atribuída a sua influência:

Weil-Barrais: eu tinha a impressão que os escritos de Piaget haviam influenciado muito os trabalhos sobre as representações [Delacôte concorda]; você citou espontaneamente L. Leboutet...

Delacôte: Piaget foi interessante também por que ele se interessava de certa maneira pelos modos de pensamento dos alunos, mas ele se interessava, sobretudo, pela causa estrutural levando em conta os modos de desenvolvimento, enquanto que nós, nós nos interessávamos pelo ato de compreensão, e não pelas superestruturas, pelos modos de raciocínio mais sofisticados. Então, de certa forma, tangencialmente, nós fomos interessados pelo que dizia Piaget; ainda que, muitas vezes era visto que Piaget reformulava a realidade experimental para apoiar suas teorias do desenvolvimento. (...). Estávamos menos confortáveis nesse momento com Piaget e muito rápido nós deixamos Piaget para ir em direção às abordagens anglo-saxãs do funcionamento do pensamento.

Weil-Barrais: À época você havia sentido uma ruptura teórica importante, em Piaget há uma abordagem desenvolvimentista, enquanto que nas abordagens anglo-saxãs que você cita, procedem de uma análise do funcionamento dos *experts*. É isso?

Delacôte: Piaget não era um educador fundamentalmente. (...). É claro, Piaget não era mais que tangencial para nós. O que era interessante em Piaget era ver os pedaços de informação sobre a maneira em que, à ocasião dos questionamentos que eram feitos aos jovens, eles respondiam, sobre a interpretação científica dos objetos da vida cotidiana, sobre os raios luminosos e coisas assim. Mas o que nos interessava era muito mais a aprendizagem, e, então, finalmente, o modelo de pensamento anglo-saxão foi muito mais cômodo [há uma nota de rodapé que ressalta o tom enfático usado ao expressar esse termo] e eficaz para nós”. (pp. 55-56).

Outro depoimento importante para o escopo da análise da recepção de Piaget entre os educadores das ciências francesas foi dado por Jean-Louis Martinand, diretor do LIREST desde 1984 e professor de ciências da educação na ENS de Cachan. Sobre as fontes intelectuais ele indica que:

No início, de 1970 a 1980, havia uma amálgama, no sentido que cada um podia de sua maneira fazer aquilo que gostaria de fazer, poderia levar em consideração ou compreender aquilo que os outros faziam, sempre afirmando as complementariedades. Em seguida, com a 'profissionalização' das pesquisas didáticas, isso se tornou um pouco mais difícil. (...). Quando eu cheguei ao grupo, eu não era totalmente ignorante, mesmo que eu fosse sobretudo um autodidata: eu havia há pouco lido tudo de Bachelard, mas não tudo de Piaget, por que esse era muito extenso, eu conhecia bastante bem a história geral das ciências. (...). O que era também conhecido à época eram os projetos americanos que eu já havia falado, em particular o PSSC, retransmitidos depois por uma série de outros projetos, para o secundário e para o primário, como o 'Harvard Project Physics', (...) ou os projetos da fundação Nuffield da Grã-Bretanha (...). Uma parte foi traduzida ao laboratório (LIREST). (...). No INRP havia uma referência principal à época que era Jérôme Bruner, ao menos o Bruner psicólogo que havia sido envolvido em um conjunto de projetos de renovação do ensino em ciências sociais, ou de ensino no primário. É através dele que veio a ideia de uma abordagem (*démarche*, no original) de descoberta que eu fiz rapidamente mudar para uma abordagem chamada de investigação autônoma sobre problemas; a abordagem da descoberta foi em seguida abandonada na Inglaterra, onde ela foi bastante recomendada, pois ela não apresentava praticamente grande coisa. Em biologia, havia aquilo que se fazia junto à Universidade de Cornell, sobre Joseph Novak, apoiado em algum tipo de anti-Bruner que era David Ausubel. (pp. 78-83).

Portanto, para além dessas declarações e apresentações históricas livrescas, no âmbito de nosso projeto de estudo sobre a recepção diacrônica da obra de Jean Piaget entre educadores de ciências, buscou-se verificar as referências e as citações à Piaget nos periódicos da didática das ciências francófonos *Didaskalia* e *Aster*.

Metodologia

Nas revistas analisadas, em relação às análises bibliográficas se encontrou apenas um artigo. Erickson (2001) procurou fazer uma análise dos programas de pesquisa e da literatura sobre a aprendizagem de ciências nos resumos indexados na base de dados ERIC (Educational Resource Information Center), no período entre 1966 e 1995, buscando evidenciar a influência geral do trabalho de Piaget sobre o ensino de ciências. Na tabela abaixo constam os dados apresentados por Erickson, a partir de uma busca

com os termos 'Piaget' ou 'piagetiano' junto ao tesouro 'science education', que indicava que seria interessante notar o crescimento regular das indicações entre 1966 e 1980, com uma diminuição nos dez anos seguintes e com o desaparecimento quase completo nos anos 1990.

1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995
45	77	140	84	92	13

Na revista francesa *Aster*, que era temática e possuía em geral dois números lançados por ano, entre 1985 e 2009, foram analisados todos os volumes com material aberto e integral disponível na rede no endereço: goo.gl/JIleF. Portanto, foram analisados os volumes entre 1985 e 2006, que perfazem 42 volumes com um total de 387 artigos, nos quais foram encontrados 102 artigos que fazem alguma referência a Piaget. Porém, apenas 52 desses artigos trazem indicações a algum livro ou artigo de Piaget em suas referências bibliográficas.

Na revista quebequense *Didaskalia*, que em geral era temática e possuía em geral dois números lançados por ano, entre 1993 e 2009, foram analisados todos os volumes com material aberto e integral disponível na rede no endereço: goo.gl/F0sAJ. Portanto, foram analisados os volumes entre 1993 e 2006, excluindo-se secção dedicada às resenhas de livros, que perfazem 29 volumes com um total de 221 artigos, onde foram encontrados 38 artigos que fazem alguma referência a Piaget e 31 desses artigos trazem indicações a algum livro ou artigo de Piaget em suas referências bibliográficas.

Ambas as revistas foram descontinuadas e reunidas no âmbito da revista *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, que não possui ainda volumes abertos e integrais para consulta na Internet. Essa revista pode ser encontrada no endereço: goo.gl/VoJ8u.

As referências a Piaget foram destacadas dos artigos e foi possível identificar e agrupar os principais temas que são abordados quando se utiliza Piaget com suporte a algum argumento ou como uma indicação crítica a ser superada. Nos segmentos

abaixo é feito um recorte temático que busca ser representativo da utilização que é feita de Piaget nos artigos analisados.

Referências à epistemologia

Nas revistas *Aster* e *Didaskalia*, quando se aborda a temática sobre a epistemologia não se faz muita referência a Piaget, ainda que ele preferisse ser reconhecido como um epistemólogo.

Conforme Drouin (1991), os trabalhos de Piaget buscam explicar a gênese dos conhecimentos na criança, somando uma reflexão que se articula com os dados psicológicos sobre a aquisição dos conhecimentos ao longo do tempo com um uma reflexão sobre os conceitos e os métodos propriamente científicos. Em sua introdução a obra coletiva *Logique et connaissance scientifique* ele tenta definir epistemologia através de duas aproximações. Na primeira, ele define epistemologia como o “estudo da constituição dos conhecimentos válidos”. Ele ressalta o termo ‘constituição’ que faz desse conhecimento um processo, assim como o plural ‘conhecimentos’ sugere que as condições são diferentes conforme as disciplinas e, enfim, a ideia das aproximações de validade é fazer relação com uma concepção normativa do saber. Em uma segunda aproximação ele define a epistemologia como o “estudo da passagem de estados de menor conhecimento aos estados de conhecimento mais avançado (*poussée*, no original – não seria melhor “mais complexo” ou “mais avançado?”)”. Essa perspectiva piagetiana parece fazer a ligação entre uma visão de epistemologia estritamente centrada sobre o saber científico e a organização de sua validação, e entre uma visão mais larga englobando o próprio processo de conhecimento.

Características do pensamento infantil

Em função da relação com a epistemologia, diversos autores fazem alguma relação entre Piaget e Gaston Bachelard na descrição das características do pensamento infantil e sua relação com os obstáculos epistemológicos.

Conforme Maurines (1999), existem numerosos estudos, inspirados nos trabalhos de Bachelard e Piaget, que mostram que uma grande fração dos alunos partilha,

a margem do saber científico ensinado, concepções e modos de raciocínios “espontâneos” ou “naturais”.

Nesse sentido, Rumelhard (1997) indica que Piaget, assim como Bachelard antes dele, teria usado o conceito de obstáculo através do termo representação. Mas no caso de Piaget, havia a intenção de descrever as concepções errôneas das crianças. Por exemplo, no caso do livro *Genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*, Piaget se interroga na introdução sobre a existência de uma intuição das probabilidades, buscando caracterizar uma “mentalidade pré-científica”, que poderia ser como os estados psicopatológicos da “mentalidade primitiva” descrita por Lévy-Bruhl. Assim, Piaget postula que a realidade física pode ser diferenciada da realidade mágica desses últimos casos.

Mas há o que diferencie Piaget de Bachelard. Segundo Astolfi e Peterfalvi (1997), a dificuldade, de fato, supõe que o sujeito prove uma contradição, uma resistência que o enviaria às ideias piagetianas de ‘perturbação’ e de ‘desequilíbrio’, por ocasião da manifestação de um conflito cognitivo. Em Bachelard, ao contrário, o obstáculo continua implícito e inconsciente, nada resiste ao obstáculo, mas ao contrário, tudo o acompanha.

Funcionamento psicológico

Os obstáculos epistemológicos não são, porém, as únicas facetas do funcionamento psicológico que são referenciados pelos educadores em ciências. Muitos autores fazem referência à função simbólica. Mottet (1996a) sugere que muitos didáticos das ciências não se esqueceram das postulações de Bachelard e de Piaget de que “o conhecimento não é filho da percepção”. Sem dúvida, que uma imagem pode ajudar a aprendizagem, por sua potência de mobilização. Mas a tendência é o contrário, que existam as dificuldades de imagem, pois perceber uma imagem não é perceber o real, mas através dela fazer sua reconstrução. Por isso, as imagens implicam tratamentos cognitivos de alto nível.

Nesse caso, a percepção e a imagem mental correspondem a um sistema de informações selecionadas e estruturadas (Calmettes, 2000). A imagem mental não pode ser considerada como um prolongamento residual da visão na medida em que ela deriva

de uma parte de reconstrução ativa. A imagem mental é então uma significação simbólica que representa a esquematização de um estado, um instante de um conhecimento e de uma atividade.

A própria noção de esquema e sua importância no funcionamento psicológico são ressaltadas pelos educadores em ciências. Lefèvre e Allevy (1998) indicam que os esquemas de conhecimento especificados por Vergnaud podem ser comparados aos esquemas propostos por Piaget, pois eles descrevem as estruturas mentais invariantes por dadas classes de situações. Nesse caso, conforme o contexto, certos esquemas particulares são instanciados pelo sujeito, uma situação particular vai dar os valores específicos que constituem o esquema, outra situação pode fornecer outros valores a essas variáveis.

Em função dessa adequação dos esquemas às situações em que eles são aplicados que Méhuet e cols. (2004) indicam que certas situações de questionamento podem favorecer o estabelecimento de contradições, com a tomada de consciência por parte dos estudantes. Por isso, os exemplos de contradição entre os esquemas de pensamento, ou contradição intra-psíquica, podem ser utilizados como estratégias de aprendizagem.

Então, o que está em jogo são os mecanismos de controle dos processos cognitivos. Nancy (1991) indica que essa temática é bastante estudada por Piaget, em relação ao desenvolvimento da tomada de consciência dos processos cognitivos, nos seus livros *La prise de conscience* e *Réussir et comprendre*. Esses livros são dedicados ao que se pode chamar de metacognição, que constitui um conjunto de capacidades destinadas a melhorar a atividade cognitiva, como uma nova forma de conhecimento que implica uma reconstrução completa e uma re-conceituação progressiva da atividade cognitiva. Além disso, é preciso ressaltar que Piaget desenvolveu seus estudos de metacognição em relação à percepção da causalidade física.

Nesse sentido, esses trabalhos têm possibilitado diferentes estudos acerca do funcionamento intelectual de estudantes no âmbito da compreensão e da elaboração conceitual (Séré e Benney, 1997).

Além disso, outros dois componentes são importantes: i) a cooperação, que supõe uma paridade dos atores envolvidos em uma tarefa comum (Moreau e cols., 2004); e ii) os diferentes tipos de abstrações envolvidos na explicação física (Sallaberry, 2000)

Elaboração conceitual

O tema da elaboração conceitual é muito importante no âmbito da didática das ciências e nesse processo Piaget também tem o que apresentar.

Fillon (1991) ressalta que aquilo que é ensinado se relaciona com aqueles conhecimentos espontâneos anteriores dos alunos. Assim, desde os trabalhos de Piaget se sabe que um aluno não é virgem perante um dado conhecimento; existem estruturas cognitivas no espírito do aluno e elas intervêm na apresentação do conhecimento novo.

O conhecimento dessas estruturas e sua relação com certa disciplina ou área do saber é muito importante para o professor. Conforme Verin e Peterfalvi (1985), existe uma ordem obrigatória na aquisição de conceitos, ou como Piaget definiu, na aquisição de quadros operatórios do pensamento. Essa ordem pode ser investigada no âmbito de diferentes conceitos, como por exemplo, na noção de velocidade (Canal, 1986; Invernizzi e cols. 1989), de conservação de matéria (Chomat e cols. 1988; Hatzinikita e Koulaïdis, 1993) ou da construção de propriedades e relações geométricas (Verillon, 1996).

Porém, para além das noções estudadas por Piaget, a busca por alguma ordenação na sucessão de eventos que está relacionada à elaboração conceitual pôde ser estendida a outras noções, como por exemplo, à conceituação do movimento de rotação da Terra sobre seu eixo (Merle, 1999) e sobre aspectos diversos das transformações (Barlet e Plouin, 1997; Laugier e Padeloup, 1994; Padeloup e Laugier, 1994).

Causalidade

Entre todas as noções estudadas por Piaget, aquela que possui maior centralidade em sua obra é, sem dúvida, a causalidade. Conforme Ogborn (1993), pode-se encontrar em Piaget uma explicação de uma possível estrutura de base do raciocínio ontológico sobre os objetos e as causas, bem como uma maneira de pensar que busca as raízes

da explicação causal na própria natureza das coisas: no que pode fazer com elas, naquilo que elas podem fazer e do que elas são feitas.

Nesse caso, conforme ressaltam Ravanis e Papamichaël (1995), busca-se em cada nível de desenvolvimento da causalidade, um processo de atribuição de operações cognitivas do sujeito ao objeto. Então, de acordo com Kerlan (1985), a evolução das capacidades explicativas e da noção de causalidade nas crianças parece ser paralela aos movimentos de descentração que marcam segundo Piaget as etapas de desenvolvimento da inteligência.

Novamente, esse suporte teórico pode ser utilizado para estudar aspectos que não foram considerados por Piaget. Rolland e Marzin (1996) utilizam, por exemplo, os trabalhos de Piaget para evidenciar os modos de funcionamento do pensamento pré-causal em relação à noção de vida.

História das ciências

Essa é mais uma temática em que são feitas referências duplas, propondo uma interface entre Piaget e Bachelard, ou entre Piaget e Tomas Kuhn. Conforme Ménard e Pineau (2006), no âmbito da história das ciências, os diferentes registros explicativos poderiam ser apreciados de acordo com as ideias de paradigma de Kuhn ou de quadro epistemológico de Piaget e Garcia (1983) como incomensuráveis, o que implicaria a impossibilidade de confrontar as teorias construídas em registros explicativos diferentes. Esse conjunto interpretativo possui uma grande importância para compreender como são constituídos os problemas conceituais (Orange, 2005).

Dessa forma, as mudanças de forma de raciocínio que os alunos devem fazer no âmbito da elaboração conceitual envolvem, muitas vezes, uma ruptura metafísica. Para Fabre e Orange (1997), essa ruptura seria uma verdadeira mudança de *épistémè* (Michel Foucault), de paradigma explicativo (Steven Toulmin) ou de quadro epistemológico (Piaget e Garcia). Nesses casos, os dois conjuntos explicativos (o inicial e aquele a que se chegou) são incomensuráveis.

Além disso, em conformidade com Piaget, Gohau (1987) sugere que ao longo da escola os jovens percorrem as grandes etapas da história do pensamento, desde as primeiras civilizações à ciência contemporânea.

Utilização pedagógica (construtivismo)

No âmbito da didática das ciências diversos autores citam Piaget como um autor de referência comum e genérica em relação às abordagens construtivistas. De acordo com Johsua e Dupin (2003), a influência dos trabalhos de Piaget dificilmente pode ser negada nas pesquisas em didática das ciências. Mais genericamente, as hipóteses construtivistas são majoritárias. Segundo Astolfi e cols. (2008), o nome e a obra de Jean Piaget são, para numerosos educadores, associados estreitamente ao construtivismo. É verdade que o conjunto de trabalhos do psicólogo podem ser lidos como uma infatigável verificação da tese construtivista, tal que Piaget a diz tomar da filosofia kantiana. Para Piaget, o comportamento do sujeito resulta de estado de sua *estrutura cognitiva* em cada momento de seu desenvolvimento, que é composta de certo número de esquemas. A evolução do repertório de esquemas resulta do duplo mecanismo de assimilação-acomodação, que intervém nos *desequilíbrios* aos quais o sujeito é apresentado, pelo jogo de seu *diálogo com os objetos*. E, sobretudo graças às *reequilibrações majorantes* que permitem superá-los. Piaget coloca assim em evidência certo número de organizações sucessivas da “representação do mundo” na criança e no adolescente, caracterizando a evolução dos *estádios do desenvolvimento*.

Nesse sentido, diferenciando Piaget de outros modelos anteriores utilizados na escola, Giordan e Pellaud (2008) descrevem alguns modelos de aprendizagem que permitem descrever as relações que se estabelecem na educação em ciências: modelo empírico, modelo behaviorista, modelo construtivista e modelo alostérico.

Porém, Astolfi (2008) propõe um entendimento mais amplo para a influência do construtivismo, mostrando as tradições de onde ele deriva. Para esse autor, o construtivismo em educação não deveria fazer discussão de seu próprio princípio, mas ele não é nem um modo, nem uma doutrina. Ele corresponde a um estado de debates entre epistemólogos, psicólogos e didáticos.

Assim, de acordo com Astolfi (2008), os maiores epistemólogos do Século XX foram todos construtivistas (Popper, Kuhn, Bachelard, Lakatos), os maiores psicólogos igualmente (Piaget, Wallon, Vygotsky, Bruner). Os pedagogos e os didáticos todos se baseiam, desde muitas décadas, sobre uma visão construtivista dos conhecimentos e da aprendizagem. Se o construtivismo continua a propiciar debate é porque ele entra em conflito com uma representação social de aprendizagem largamente compartilhada. Em educação, como em tudo, é necessário romper com essas representações sociais ingênuas tão arraigadas.

Nas revistas *Aster* e *Didaskalia*, muitas vezes, Piaget é utilizado como um suporte amplo para a apresentação de ideias construtivistas. Por exemplo, Schneeberger (1997) indica que os trabalhos de Piaget influenciaram bastante os pedagogos, ao ressaltar a importância da ação dos alunos na construção dos conhecimentos. Por sua vez, Koulaidis e Tsatsaralis (1999) sugerem que o discurso pedagógico, apoiado em John Dewey e em Jean Piaget, concebe há muito tempo a experiência como um instrumento pedagógico fundamental. Na didática das ciências, em particular, a noção de experiência está tanto relacionada com a prática experimental quanto em relação ao conhecimento comum.

Lemeignan e Weil-Barais (1988) sugerem uma abordagem construtivista que repousaria em ideias amplamente desenvolvidas por Piaget, segundo as quais os conhecimentos dos indivíduos resultam de um processo de construção pessoal, de interações do sujeito com o seu entorno. Indica-se que nessa concepção, faz-se apelo a alguns mecanismos psicológicos que permitem compreender que as interações dos sujeitos se apropriam de elementos do exterior no processo de assimilação, que são modificados nos processos de acomodação. Assim, as perturbações externas e os conflitos internos exercem um papel motor no desenvolvimento intelectual.

Nesse sentido, Johsua (1989) ressalta a centralidade do aluno no processo de construção dos conhecimentos, que é uma afirmação tributária de Piaget e que tem uma aparência bastante moderna. Além disso, essa ideia está muito ligada aos processos de aprendizagem da física, particularmente.

Portanto, para construir o dispositivo de ensino, Robardet (1997) sugere o apoio sobre o modelo de aprendizagem de tipo piagetiano, segundo o qual o sujeito aprende se adaptando ao entorno segundo o duplo processo de assimilação-acomodaçã. Trata-se, conforme Favre e Verseils (1997), de colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem, conforme preconizaria Piaget.

Relação com Vygotsky

Entretanto, não é apenas o suporte piagetiano que é utilizado na defesa de práticas construtivistas ou interacionistas que colocam o aluno no centro de toda a aprendizagem. Por exemplo, Gay e cols. (1996) indicam que a questão da aquisição de conhecimento relativa ao diagnóstico da aprendizagem pode ser feita de acordo com Piaget e Vygotsky, que sugerem uma perspectiva construtivista dos mecanismos de aprendizagem, centrada sobre a atividade do aluno. Essa atividade deve permitir ao aluno mudar suas concepções, mas igualmente os seus comportamentos em relação ao mundo dos fenômenos, ou seja, sua metodologia.

Assim, uma abordagem construtivista da ciência e de seu ensino pode seguir um plano de construção de conhecimentos que utilize modelos interacionistas que são herdeiros tanto de Piaget quanto de Vygotsky, nos quais a interação se dá com o meio ambiente físico e social (Robardet, 1998).

Porém, apesar das referências psicológicas encontradas nos artigos de didática da ciência fazerem referências a ambos os autores, de acordo com Orange (2005), essas escolas de pensamento se estabeleceram com base em reflexões diferentes, elas não partilham os mesmos problemas nem as mesmas ideias em relação à aprendizagem. Em geral, costuma-se apresentar Vygotsky como uma oposição e mesmo uma superação de Piaget. Brunet (1998) sugere que Vygotsky introduziu a dimensão social nos processos de aprendizagem, opondo-se a Piaget, ressaltando que a aprendizagem é antes de tudo uma atividade social e coletiva, que progressivamente será internalizada.

Ravanis (2000) sugere que, através de resultados de pesquisas em didáticas das ciências físicas, reconheceu-se a importância e o papel privilegiado da interação social estabelecidos nas operações cognitivas e de aprendizagem. Nesses casos, o professor

seria entendido como tutor ou mediador que intervém tanto nos conhecimentos e práticas científicas quanto nos próprios problemas de pensamento das crianças jovens. Conforme o autor, essa abordagem é influenciada pela teoria de Vygotsky, ou pelas teorias de aprendizagem pós-piagetianas.

Crítica e superação de Piaget

Nesse sentido, pode-se verificar como os livros de referência em didática das ciências apresentam as críticas a Piaget e como eles buscam apresentar referências teóricas que seriam próprias ao seu campo de pesquisa.

Alguns limites das implicações didáticas de Piaget são apresentados por Johsua e Dupin (2003). Para esses autores, se a teoria piagetiana é uma teoria de aprendizagem, ela dá pouco lugar aos efeitos de um ensino, de tipo escolar, por exemplo. Pode-se mesmo dizer que é possível tirar consequências pedagógicas dessa teoria? Essa questão pode parecer provocante e paradoxal quando os trabalhos de um grande número de autores buscaram um apoio em Piaget para seus modelos pedagógicos (eles citam o artigo de Fritz Kubli). Além disso, os escritos propriamente pedagógicos de Piaget são pouco numerosos e se limitam de fato à prescrição de dar às jovens crianças um ambiente material rico e uma série de “proibições”, como não procurar ensinar uma capacidade que pertenceria a um estágio superior a uma criança muito jovem.

Genericamente, os autores relatam as seguintes críticas de Gérard Vergnaud:

- 1) Jean Piaget é desinteressado pela aquisição dos conhecimentos escolares. Ele, sobretudo, procurou caracterizar o desenvolvimento de instrumentos gerais de pensamento, que lhe pareciam relativamente independentes dos conhecimentos escolares;
- 2) Jean Piaget estava mais interessado nas estruturas que poderiam caracterizar um dado estágio de desenvolvimento que na evolução adaptativa dos conhecimentos em uma situação, ou um conjunto de situações, onde eles são funcionais.
- 3) Jean Piaget separou de uma maneira exagerada o conhecimento matemático e o conhecimento da realidade física. Entende-se, principalmente, que ele escreveu

diversas vezes sobre a abstração simples e a abstração reflexionante, a primeira apoiada sobre as propriedades dos objetos e sendo como tal constitutiva da física, a segunda se apoiando sobre a ação do sujeito sobre os objetos e sendo mais específica da matemática.

- 4) Jean Piaget privilegiou as operações e as estruturas lógicas e contribuiu assim para minimizar os conteúdos do conhecimento, sejam esses conteúdos relevantes da física ou das matemáticas”.

Em conclusão, “mesmo se o quadro piagetiano fornece um bom paradigma de interpretação, sua falta de sensibilidade às diferenças de situação, como as diferenças de conteúdos, tornariam uma ferramenta inadequada, ao menos se for tomado ao pé da letra, para pensar uma didática das ciências” (Johsua e Dupin, 2003, pp. 98).

Assim, para esses autores, três grandes categorias de críticas são apresentadas à teoria piagetiana: ela subestima o impacto das diferenças de conteúdo assim como subestima as diferenças de situação; ela tem a tendência de reduzir os processos de equilíbrio a uma relação privada aos objetos e às operações, e então subestima os efeitos sócio-cognitivos. E, em terceiro, tudo isso é evidentemente decisivo para o estudo das condições de aprendizagem durante o ensino.

Após as seções dedicadas à abordagem cognitiva e à organização e gênese do conhecimento, os autores apresentam um subcapítulo dedicado à *abordagem social*, no qual fazem referências à Doise e Mugny, à Vygotsky e à Perret-Clermont, sugerindo-os como superação à abordagem piagetiana:

“Esses diferentes autores estão na origem da psicologia social genética. Eles buscaram mostrar a origem social das grandes integrações cognitivas características da abordagem estrutural de Piaget. Aqui não está em causa a sua natureza, mas sim os mecanismos de sua gênese. (...) O construtivismo de Piaget supõe ele mesmo os conflitos, então os desequilíbrios e as equilibrações. Mas isso é do domínio da ação do sujeito (efetivo ou interiorizado) e não supõe essencialmente a presença e confrontação com um “outro”. A abordagem social vai modificar essa concepção insistindo ao contrário sobre os aspectos sociais desses conflitos. Um dos maiores paradigmas dessa teoria, que teve uma influência notável em pedagogia das ciências, é uma consequência do conflito sócio-cognitivo” (Johsua e Dupin, 2003, pp. 105-107).

Por sua vez, Astolfi (2008) apresenta uma seleção entre os numerosos conceitos produzidos e utilizados atualmente em pesquisas em didática (das ciências), aqueles que parecem maiores para renovar a concepção dos dispositivos de ensino, em vista de um melhor *sabor dos saberes*. Numerosos conceitos foram desenvolvidos e mobilizados pelos pesquisadores em educação nos últimos vinte anos, particularmente no campo da didática e da psicologia da aprendizagem.

O primeiro conceito inovador é o dos campos conceituais, introduzido no âmbito da didática das matemáticas por G. Vergnaud. Ele renovou profundamente a representação social do ato de aprender. Sobre o plano metodológico é importante notar que o autor se despoja do sentimento de evidência e de falsas intuições para interrogar sistematicamente os alunos, recolher suas respostas, tomá-las a sério na análise para compreender a lógica escondida.

O segundo conceito inovador é o do objetivo-obstáculo introduzido em didática da física por Jean-Louis Martinand. Enquanto a noção de campo conceitual permite explorar em termos novos o processo de aprendizagem, o do objetivo-obstáculo produz um efeito similar em relação aos processos de ensino.

O terceiro conceito didático essencial para assegurar o *sabor dos saberes* é aquele de problema e de problematização. Recolocar a noção de problema no coração da atividade didática permitiria justamente o recurso aos campos conceituais e aos objetivos-obstáculos.

Conforme indica o autor, o modelo pedagógico proposto poderá parecer simetricamente fácil ou difícil, segundo a relação de cada professor com as inovações e a percepção de risco em face da modificação de suas práticas. Astolfi (2008) relata estar consciente das inquietações que os professores podem apresentar às noções de campo conceitual, de objetivo-obstáculo e de didática do problema. Porém, ele sugere que eles permanecem mal conhecidos da maior parte dos professores, particularmente na França, e foram pouco desenvolvidas tanto na formação inicial quanto na formação continuada.

As revisas *Aster* e *Didaskalia* também apresentam artigos que suportam esse entendimento crítico e de necessária superação. De acordo com Mottet (1996b), uma das

principais questões levantadas em relação ao referencial piagetiano é sua pouca articulação entre os conteúdos e os contextos. Justamente, os pós-piagetianos dão muita ênfase a essa articulação, mostrando que ela é fonte das decalagens evidenciadas por Piaget. Mottet faz referências aos trabalhos de G. Vergnaud que teriam evidenciado, através de numerosas observações, a influência dos conteúdos sobre as estruturas operatórias (que não seriam tão invariantes como havia postulado Piaget). Segundo Sallaberry (2000), Vergnaud constrói uma teoria bastante coerente que se apoia sobre a tradição piagetiana, pois faz referência à ação e aos esquemas, mas vai além dela.

Conforme Dumas-Carré e Gomas (2001), o ponto de vista piagetiano negligencia o aspecto social do meio ambiente na produção de conhecimentos. Assim, de acordo com Catel (2001), surgiriam correntes de pesquisa em oposição ao ponto de vista piagetiano. A divergência seria em essência, aparecendo entre os pesquisadores que seguem o enquadramento da psicologia do desenvolvimento (quadro piagetiano) e aqueles que se interessam pela psicologia social e sócio-lingüística (quadro vygotskyano), para os quais o contexto de produção dos conhecimentos tem um papel essencial. Dumas-Carré e Gomas (2001) indicam, também, uma corrente francófona da psicologia social do desenvolvimento cognitivo, representada por G. Mugny e W. Doise, que teriam criticado e superado Piaget, para a qual a verdadeira direção do pensamento não seria do individual ao social (como propunha Piaget), mas do social ao individual.

Dessa forma, segundo Verillon e cols. (2005), ao contrário do que afirmava Piaget, para quem as ferramentas de conhecimento e de ação (como os esquemas e os conceitos) eram construídas progressivamente através da experiência direta e individual com a realidade, a palavra-chave para compreender a psicologia humana seria a “mediação”, termo proposto por Vygotsky.

Conclusões

Neste artigo não se tem o propósito de responder às críticas a Piaget ou às propostas de superações formuladas no campo da didática das ciências. Entende-se que há bastante referências nesse sentido, como Lourenço (1994) e Vonèche (1998). O principal objetivo deste trabalho foi evidenciar um momento da frutífera e, por vezes, tensa relação entre a psicologia genética e a didática das ciências. Nesse sentido, cabe lembrar

que Petit (1989) sugeriu que a obra de Piaget, como toda a obra científica que se populariza, não escapou de interpretações errôneas, de generalizações abusivas, bem como de usos sociais para os quais ela não foi constituída, principalmente na área da pedagogia. Parrat-Dayan (1993), também demonstrou que a recepção de Piaget no meio pedagógico esteve sujeita a assimilações e acomodações parciais, os pedagogos da época estudada tentaram compreender as ideias de Piaget decodificando-as através dos filtros de suas práticas pedagógicas.

A partir do estudo bibliográfico realizado, foi possível verificar que nas revistas *Aster* e *Didaskalia*, quando se aborda a temática sobre a epistemologia não se faz muita referência a Piaget, ainda que ele preferisse ser reconhecido como um epistemólogo. Em função dessa relação com a epistemologia, alguns autores buscam relações entre Piaget e Gaston Bachelard na descrição das características do pensamento infantil e sua ligação com os obstáculos epistemológicos. Porém, não são os obstáculos epistemológicos as únicas facetas do funcionamento psicológico descrito por Piaget que são referenciados pelos educadores em ciências. Muitos autores fazem referência à função simbólica e à imagem mental. Nesse sentido, destacam o tema da elaboração conceitual, que é muito importante no âmbito da didática das ciências, e sobre o qual a obra de Piaget também se debruçou. Também, reconhecem o tema da causalidade como central na obra piagetiana. Além disso, encontraram-se muitos artigos que trazem recortes do campo da história das ciências, em que são feitas referências duplas, propondo uma interface entre Piaget e Bachelard, ou entre Piaget e Tomas Kuhn.

Por outro lado, no âmbito da didática das ciências diversos autores citam Piaget como um autor de referência comum e genérica em relação às abordagens construtivistas. Entretanto, não é apenas o suporte piagetiano que é utilizado na defesa de práticas construtivistas ou interacionistas que colocam o aluno no centro de toda a aprendizagem. Utiliza-se muito Vygotsky e se costuma fazer isso com abordagens críticas à Piaget. Nesse sentido, por fim, pode-se verificar que os livros de referência em didática das ciências apresentam críticas a Piaget e buscam apresentar novos conceitos teóricos e operacionais que foram elaborados no âmbito dessa área do conhecimento, em substituição a conceitos recebidos, por exemplo, do campo da psicologia e da epistemologia genética.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo financiamento do projeto de pesquisa (Edital Universal 2008, Processo número: 471219/2008-8).

Referências:

ASTOLFI, J.-P. *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux : ESF Éditeur, 2008.

ASTOLFI, J.-P.; DAROT, E.; GINSBURGER-VOGEL, Y.; TOUSSAINT, J. *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelas: De Boeck, 2008.

ASTOLFI, J.-P.; PETERFALVI, B. Stratégies de travail des obstacles: dispositifs et ressorts. *Aster*, 25, 193-216, 1997.

BARLET, R.; PLOUIN, D. La dualité microscopique-macroscopique un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. *Aster*, 25, 143-174, 1997.

BRUNET, P. Enseigner et apprendre par problèmes scientifiques dans les sciences de la vie. État de la question. *Aster*, 27, 145-181, 1998.

CALMETTES, B. Les dessins d'observation dan les premières phases d'étude d'objets et de phénomènes. *Aster*, 31, 217-244, 2000.

CANAL, J.-L. La vitesse au cours moyen. *Aster*, 2, 133-166, 1986.

CATEL, L. Écrire pour apprendre? Écrire pour comprendre? État de la question. *Aster*, 33, 17-47, 2001.

CHOMAT, A.; LARCHER, C.; MEHEUT, M. Modèle particulière et activités de modélisation en classe de quatrième. *Aster*, 7, 143-184, 1988.

DROUIN, A.-M. A propos de l'expression: l'enfant épistémologue. *Aster*, 12, 27-37, 1991.

DUMAS-CARRE, A.; GOMATOS, L. Mise au point d'un instrument d'analyse de l'évolution des représentations de un problème pendant la résolution de problèmes de mécanique en groupes. *Didaskalia*, 18, 11-40, 2001.

EICHLER, M.L. Acerca da recepção diacrônica da obra de Jean Piaget entre educadores em ciências. *Schème*, 2 (4), 65-95, 2009.

ERICKSON, G. Programmes de recherches et apprentissage des sciences. *Didaskalia*, 19, 101-126, 2001.

FABRE, M.; ORANGE, C. Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57, 1997.

FAVRE, D.; VERSEILIS, I. Étude de l'acquisition et du réinvestissement du concept de surface portante. *Aster*, 25, 33-57, 1997.

FILLON, P. Histoire des science et réflexion épistémologique des élèves. *Aster*, 12, 91-120, 1991.

GAY, A.; GREA, J.; SABATIER, P. Images biologiques et activité de diagnostic d'élevage. *Aster*, 22, 195-215, 1996.

GIORDAN, A. *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin, 1999.

GIORDAN, A.; PELLAUD, F. *Comment enseigner les sciences. Manuel de pratiques*. Paris: Delagrave, 2008.

GOFFARD, M.; WEIL-BARAIS, A. *Enseigner et apprendre les sciences. Recherches et pratiques*. Paris: Armand Colin, 2005.

GOHAU, J.-M. Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences. *Aster*, 5, 49-70, 1987.

HATZINIKITA, V.; KOULAÏDIS, V. Représentation des élèves de l'école primaire sur les changements des systèmes physico-chimiques: système de classification. *Didaskalia*, 12, 93-113, 1988.

INVERNIZZI, S.; MARIONI, C.; SABADINI, P. Mouvement et vitesse au cours élémentaire. *Aster*, 8, 211-223, 1989.

JOHSUA, S. Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster*, 8, 29-53, 1989.

JOHSUA, S.; DUPIN, J.-J. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF, 2003.

KERLAN, A. Psychanalyse et didactique: à propos des représentations et de la causalité. *Aster*, 1, 67-93, 1985.

KOULAIIDIS, V.; TSATSARONI, A. Un cadre pour reconsidérer l'enseignement des sciences distinguer expérimentation et expérience. *Aster*, 28, 167-190, 1999.

LAUGIER, A.; PASDELOUP, M. «Expérience-découverte»: combustions et transformations de la matière à l'école élémentaire. *Aster*, 18, 97-117, 1994.

LEBEAUME, J. Quelques repères pour une inscription historique. In: GOFFARD, M.; WEIL-BARAIS, A. (Orgs.). *Enseigner et apprendre les sciences. Recherches et pratiques*. Paris: Armand Colin, 2005, p. 21-36.

LEFEVRE, R.; ALLEVY, P. Raisonnements simples d'étudiants et de lycéens à propos du plan incliné. *Didaskalia*, 13, 81-112, 1998.

- LEMEIGNAN, G.; WEIL-BARAIS, A. Gestion d'activités de modélisation en classe. *Aster*, 7, 121-141, 1988.
- LOURENÇO, O. M. *Além de Piaget? Sim, mas devagar!...* Coimbra: Almedina, 1994.
- MAURINES, L. La propagation des ondes en dimension 3. *Didaskalia*, 15, 87-122, 1999.
- MEHEUT, M.; DUPREZ, C.; KERMEN, I. Approches historique et didactique de la réversibilité. *Didaskalia*, 25, 31-61, 2004.
- MENARD, I.; PINEAU, I. La respiration humaine au cycle 3. *Aster*, 42, 109-134, 2006.
- MERLE, H. Difficultés dans la conceptualisation du mouvement de rotation de la Terre sur elle-même. *Didaskalia*, 14, 61-94, 1999.
- MOREAU, D.; LESTERLIN, B.; BEAUCHESNE, S. Faire des sciences dans le cadre d'une communauté virtuelle éducative. *Aster*, 39, 173-198, 2004.
- MOTTET, G. Images et activités scientifiques. *Aster*, 22, 3-13, 1996a.
- MOTTET, G. Les situations-images. *Aster*, 22, 15-56, 1996b.
- NANCY, B. Une perspective psychosociale sur la métacognition. *Aster*, 12, 7-26, 1991.
- OGBORG, J. Approches théorique et empirique de la causalité. *Didaskalia*, 1, 29-47, 1993.
- ORANGE, C. Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40, 3-11, 2005.
- PARRAT-DAYAN, S. La réception de l'oeuvre de Piaget dans le milieu pédagogique des années 1920-1930. *Revue Française de Pédagogie*, 104, 73-83, 1993.
- PASDELOUP, M.; LAUGIER, A. Le concept de réaction chimique en gestation. *Aster*, 18, 165-182, 1994.
- PETIT, B. La théorie piagétienne de la connaissance peut-elle servir aux formateurs dans leur pratique éducative? In: Giordan, A. Henriques, a. e Vinh Bang. *Psychologia genética et didactiques des sciences*. Berna: Peter Lang, 1989, p. 69-91.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. *Psychogenèse et Histoire des Sciences*. Paris: Flammarion, 1983.
- RAVANIS, K. La construction de la connaissance physique à l'âge préscolaire. *Aster*, 31, 71-94, 2000.
- RAVANIS, K.; PAPAMICHAËL, Y. Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61, 1995.
- ROBARDET, G. Le jeu des résistors. *Aster*, 24, 59-79, 1997.

ROBARDET, G. La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique, *Aster*, 26, 31-58, 1998.

ROLLAND, A.; MARZIN, P. Étude des critères du concept de vie chez des élèves de sixième. *Didaskalia*, 9, 57-82, 1996.

RUMELHARD, G. Travailler les obstacles pour assimiler les connaissances scientifiques. *Aster*, 24, 13-35, 1997.

SALLABERRY, J.-C. Coordination des «représentations image» et des représentations rationnelles dans la construction du concept d'élément chimique. *Didaskalia*, 17, 101-121, 2000.

SCHNEEBERGER, P. L'idée d'obstacle dans la formation des professeurs des écoles. *Aster*, 25, 9-31, 1997.

SERE, M.-G.; BENEY, M. Le fonctionnement intellectuel d'étudiants réalisant des expériences. *Didaskalia*, 11, 73-102, 1997.

VAN DER VEER, R. Piaget in the plural: the story of his reception in Latin American. *Culture & Psychology*, 5 (2), 217-222, 1999.

VERILLON, P. Approches psychologiques et didactiques en technologie: l'exemple du dessin technique. *Aster*, 22, 127-147, 1996.

VERILLON, P.; LEROUX, P.; MANNEUX, G. Activité productive et processus constructifs à l'école. *Aster*, 41, 3-26, 2005.

VERIN, A.; PETERFALVI, B. Un instrument d'analyse des modèles implicites de l'enseignement scientifique chez les enseignants. *Aster*, 1, 6-28, 1985.

VONÈCHE, J. Piaget se serait-il trompé? *Bulletin de Psychologie*, 51 (3), 265-272, 1998.

Recebido em: 10/06/2014

Aceite em: 12/09/2014