

---

## A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA E A COMPREENSÃO DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ASTRONÔMICOS NA ESCOLA

---

Roberta Chiesa Bartelmebs<sup>1</sup>  
Vanessa Simões da Silva Oliveira<sup>2</sup>  
Maria Milena Tegon Figueira<sup>3</sup>

### Resumo

O presente ensaio teórico tem como finalidade apresentar a Epistemologia Genética de Jean Piaget como uma teoria do conhecimento e, a partir disso, elaborar alguns comentários acerca do ensino de temas de Astronomia no Ensino Fundamental. Para isso, tecemos alguns apontamentos de seus estudos epistemológicos acerca do desenvolvimento da inteligência, bem como relacionamos alguns conceitos piagetianos com o ensino da Astronomia na Educação Básica, a fim de compreender como a criança e o adolescente desenvolvem seus conhecimentos acerca da Astronomia. Diante dessas reflexões, observamos que, dentre os estádios operatórios concreto e formal, descritos por Piaget, há uma lacuna entre o que a criança consegue compreender e o que se espera em um ensino formal de temas de Astronomia na escola. Isso nos leva à conclusão de que este ensaio pode ser o início de um profícuo debate, proporcionando a reflexão quanto ao ensino de Ciências, sobretudo, Astronomia, na Educação Básica e as características cognitivas de crianças e adolescentes na escola.

**Palavras Chave:** Astronomia. Epistemologia Genética. Aprendizagem. Estádios do desenvolvimento.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná – [roberta.bartelmebs@ufpr.br](mailto:roberta.bartelmebs@ufpr.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal Tecnológica do Paraná - [assenav85@gmail.com](mailto:assenav85@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná - [milenategon@gmail.com](mailto:milenategon@gmail.com)

## **GENETIC EPISTEMOLOGY AND UNDERSTANDING THE LEARNING PROCESSES OF ASTRONOMIC CONCEPTS IN ELEMENTARY EDUCATION**

---

### **Abstract**

The purpose of this theoretical essay is to present Jean Piaget's Genetic Epistemology as an analysis of knowledge and, based on that, to elaborate comments on the teaching of Astronomy topics in Elementary School. For this, we weave some current notes of his epistemological studies about the development of intelligence as well as we relate some Piagetian concepts with the teaching of Astronomy in Basic Education, in order to understand how children and adolescents develop their knowledge about Astronomy. At school, we observed that between the operational stages and formally described by Piaget, there is a gap between what the child can understand and the concrete that is expected in a formal teaching of Astronomy at the front. This is the conclusion that this can be the beginning of the teaching debate, it teaches us to reflect on basic education, especially Astronomy in Basic Education and the characteristics of children and adolescence.

**Keywords:** Astronomy. Genetic Epistemology. Learning. Stage of development.

### **Introdução**

Neste ensaio teórico, apresentamos alguns apontamentos acerca do pensamento de Jean Piaget para compreendermos questões relacionadas à aprendizagem de temas de Astronomia na Educação Básica. Desde a disseminação do pensamento de Piaget no Brasil, muito se tem questionado acerca da sua atualidade e pertinência no cenário da Educação. Ainda imersas em muita incompreensão e até mesmo em distorções, suas ideias vivem cercadas de concepções alternativas que foram sendo construídas com base em leituras parciais de sua obra

(BARTELMÉBS, 2014). Entendemos que Piaget não se debruçou sobre o problema pedagógico e como ele mesmo afirma na introdução da obra *Abstração reflexionante* (PIAGET, 1995, p. 7):

Ainda que os nossos trabalhos não tenham nenhuma intenção pedagógica, parece difícil deixar de salientar o fato de que o conhecimento das reações escolares, descritas nesta obra, possa ser de alguma utilidade para os educadores.

Assim, propomo-nos, nesse ensaio, fazer uma breve reflexão sobre a Epistemologia Genética como uma teoria do conhecimento e, a partir disso, enfatizamos alguns conceitos já bastante consolidados, mas que, nesse estudo, farão um diálogo com temas específicos de Astronomia.

Para isso, optamos pela escrita de um ensaio teórico (MENEGETTI, 2011), no qual vamos apresentar relações entre a teoria piagetiana e temas de Astronomia presentes no currículo escolar, especialmente do Ensino Fundamental, tocando em alguns momentos na Educação Infantil. Esse trabalho é fruto de estudos desenvolvidos em uma disciplina em nível de pós-graduação, que culminam na tentativa de criar um maior espaço para a Epistemologia Genética nas análises acerca de como as crianças aprendem certos conceitos astronômicos e, assim, contribuir com a área de Educação em Astronomia, bem como com a Psicologia da Aprendizagem.

### **A Epistemologia Genética como uma teoria do conhecimento**

É da natureza humana a necessidade de conhecer. Estamos sempre buscando novas fontes de informação, seja por meio de livros, textos ou mesmo vídeos. Mas qual a natureza do conhecimento? Essa é uma das perguntas que as teorias do conhecimento tentam responder e a disciplina que mais tem se debruçado sobre essa questão é a Filosofia.

Para Hessen (1999), a filosofia é:

[...] antes de mais nada autorreflexão do espírito sobre seu comportamento valorativo teórico e prático. Enquanto reflexão sobre seu comportamento teórico, sobre aquilo que chamamos ciência, a filosofia é teoria do conhecimento científico, teoria da ciência (HESSEN, 1999, p. 12).

Para o autor, a teoria do conhecimento é, portanto, parte da teoria da ciência, e ainda: “podemos defini-la como teoria material da ciência ou como teoria dos princípios materiais do conhecimento humano” (HESSEN, 1999, p. 12). Ou seja, a lógica fica responsável por investigar os “princípios formais do conhecimento”, aquilo que rege o pensamento humano, suas leis, sua organização. Para isso, a lógica não precisa se pautar nos objetos em si e “considera o pensamento puramente em si”. Mas, no caso da teoria do conhecimento, esta refere-se “aos pressupostos materiais mais gerais do conhecimento científico”, pois ela depende da relação sujeito-objeto. Como aponta Tassinari (2020), a Epistemologia Genética é também uma teoria do conhecimento e preocupa-se com a compreensão das estruturas necessárias ao conhecimento.

Nosso ensaio teórico tem como base a teoria do conhecimento desenvolvida por Jean Piaget, a qual é chamada de Epistemologia Genética. Piaget foi um dos mais importantes pensadores do século XX, cujos estudos e contribuições para o campo da epistemologia mudaram a forma como a criança era vista (BARTELMEBS, 2014).

O problema de pesquisa perseguido por Piaget durante quase toda sua vida foi, segundo Freitag (1985, p. 52): “O que torna o conhecimento possível e como se dá o crescimento do conhecimento em compreensão e extensão?”.

Nas palavras de Piaget (1987, p. 3):

O que se propõe a Epistemologia Genética é, pois, pôr a descoberto as raízes das diversas variedades de conhecimento, desde as suas formas mais elementares, e seguir sua evolução até os níveis seguintes, até, inclusive, o pensamento científico.

Para Freitag (1985, p. 51):

A Epistemologia Genética de Piaget abrange, portanto, os diferentes momentos do conhecimento – o individual e o coletivo, bem como o espontâneo (da criança) e o científico – em um mesmo quadro teórico [...] ao fazer a psicologia genética está fazendo a teoria do conhecimento (no sentido clássico) na medida em que busca no indivíduo a gênese das categorias do conhecimento (espaço, tempo, causalidade etc.).

Assim, a Epistemologia Genética permite compreender como construímos as categorias elementares que nos possibilitam compreender e construir a nossa realidade no mundo.

Convém entender o termo genética utilizado por Piaget. Não é necessariamente o mesmo sentido aplicado à genética dentro da Medicina e da Biologia, que estudam os genes. A Epistemologia Genética recebe esse nome porque busca investigar o conhecimento desde sua origem, por isso a necessidade de recorrer à gênese do conhecimento. Segundo Piaget (1987), o estudo da gênese revela a lição de mostrar que não existem jamais conhecimentos absolutos, portanto, todo o conhecimento é gênese.

O trabalho de Piaget gerou diversos conflitos com os filósofos da época, conforme aponta o próprio autor na obra *Sabedorias e ilusões da Filosofia* (PIAGET, 1969), isso porque diferente dos Filósofos que elaboram suas teorias a partir de reflexões e sistemas lógicos, Piaget desenvolve a Epistemologia Genética com base em uma observação minuciosa, entrevista e experimentos, como veremos mais adiante. Assim, Piaget distanciou-se do campo filosófico para adentrar na psicologia experimental, disciplina ainda pouco consolidada em meados do início do século XX. Nas palavras de Piaget (1969, p. 77):

Assim nasceu a Epistemologia Genética, pesquisa essencialmente interdisciplinar que se propõe a estudar a significação dos conhecimentos, das estruturas operatórias ou de noções, recorrendo de uma parte, à sua história e ao seu funcionamento atual em uma ciência determinada [...]

e de outra, ao seu aspecto lógico [...], e enfim à sua formação psicogenética ou às relações com as estruturas mentais [...] Assim concebida a epistemologia não é mais trabalho de simples reflexão, mas, propondo-se a apoderar-se do conhecimento no seu desenvolvimento.

De forma geral, conforme Piaget, a Epistemologia Genética “comporta uma parte essencial de experimentação psicológica, de modo algum significa, por essa razão, um esforço de pura psicologia” (PIAGET, 1970, p. 131).

Com relação ao desenvolvimento da inteligência, Piaget posiciona-se contrariamente às teorias do Apriorismo e do Empirismo. Para ele, todo conhecimento ampara uma nova elaboração. O grande embate é como conciliar as novas elaborações com o duplo fato da necessidade de serem elaborações e conquistas da objetividade. Dito de outra forma, o conhecimento é resultado de uma construção contínua e concedido em razão da mediação entre as estruturas internas e os objetos.

Nesse sentido, assim como para Piaget, entendemos que para aprender é necessário agir sobre o objeto, “conhecer é modificar e transformar o objeto, e compreender o processo dessa transformação e conseqüentemente compreender o modo como esse objeto é construído” (PIAGET, 1970, p. 1). Mas como esse processo ocorre desde o nascimento? É o que nos propomos a explorar no item a seguir ao realizar uma breve incursão nas etapas do desenvolvimento infantil como delimitadas por Piaget.

#### **A construção das estruturas cognitivas desde a primeira infância**

Segundo Piaget (1987), existem dois fatores hereditários que condicionam o desenvolvimento intelectual: hereditário geral e hereditário especial. Os fatores hereditários gerais estão ligados ao desenvolvimento dos tecidos e órgãos, ou seja, a constituição do nosso sistema nervoso e dos nossos órgãos sensoriais.

Embora estes forneçam estruturas úteis e essenciais para o desenvolvimento da inteligência, são limitados.

Já a hereditariedade especial está ligada à própria questão da vida, é a hereditariedade da inteligência como ser humano, ou seja, trata-se do conhecimento sobre como desenvolver as nossas estruturas. Os dois fatores hereditários são interdependentes.

Na tentativa de tornar clara a importância desses dois fatores hereditários, podemos pensar no exemplo de uma criança feral, a qual não conviveu com seres humanos. Embora a criança feral apresente todas as estruturas ligadas à hereditariedade geral, o fato de ela não conviver com seres humanos impossibilita, por exemplo, o desenvolvimento de uma língua. Possivelmente, a criança pode ter uma forma de expressar que seja copiada de algum animal com o qual ela conviveu. Portanto, a hereditariedade especial é de suma importância para o desenvolvimento da inteligência.

Nesse sentido, Piaget (1987, p. 14) esclarece que é um erro pensar que as estruturas estão acabadas desde o início do desenvolvimento, pois “embora as invariantes estejam em ação desde as fases primitivas só gradualmente impõem a consciência”, em virtude do desenvolvimento de estruturas cada vez mais ajustadas ao funcionamento, portanto, a inteligência é um processo de adaptação.

No começo da evolução mental, a adaptação biológica é mais ampla que a adaptação intelectual, no entanto, com o decorrer do tempo, a adaptação intelectual supera a adaptação biológica. Na evolução intelectual existem elementos variáveis e invariáveis. Entre a criança e um adulto existe uma grande quantidade de funções invariáveis, entretanto, as “grandes funções do pensamento permanecem as mesmas” (PIAGET, 1987, p. 17).

Segundo Piaget (1987), as funções invariantes (ou seja, comum a todos os seres humanos) são a **adaptação** e a **organização**. Entende-se por adaptação a transformação do sujeito em função do meio, portanto, existe uma adaptação quando algo solicitado faz com que o sujeito se transforme para que ele possa melhor interagir com este meio. Entretanto, a acomodação só acontece a partir da **assimilação**. A partir do momento em que o sujeito interage com o mundo e o interpreta no sentido de interiorizar (ou seja torna seu) alguns elementos do mundo, pode-se dizer que houve assimilação. Quando olhamos para o campo da Astronomia, percebemos que existem muitos conceitos que exigem um nível de abstração bastante formal. Existem relações entre conceitos e objetos que ultrapassam o nível sensório-motor e, portanto, vão além da assimilação, o que exige um processo de abstração, que, para Piaget e Inhelder (1975, p. 301), consiste em:

[...] acrescentar relações ao dado perceptivo e não apenas em extraí-las dele. Reconhecer a existência de qualidades comuns, como quadrado, redondo, grande ou pequeno [...] é construir esquemas relativos às ações do sujeito tanto como às propriedades do objeto.

Por exemplo, quando o(a) professor(a) de Ciências, nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, apresenta para as crianças a ideia de que a Terra se move, de que ela é como uma “bola” solta no espaço (NUSSBAUM, 1979), essa informação por si só não é suficiente para possibilitar que elas compreendam como ocorrem o dia e a noite, ou mesmo as estações do ano. Isso porque, para compreender esses fenômenos, é preciso estabelecer uma correlação entre o movimento da Terra ao redor do Sol, e sobre si mesma (NARDI; CARVALHO, 1996; GOMIDE; LONGHINI, 2017; BARTELMEBS; FIGUEIRA, 2021). Mais adiante, vamos explorar melhor essa problemática.

Diante de novas situações, os sujeitos são pressionados, de certa forma, a adaptar-se ou não, gerando a **acomodação**. Entende-se por acomodação

o fato de o sujeito modificar-se para dar conta de uma nova situação, que é resultado das pressões exercidas pelo meio (PIAGET, 1987). Nesse sentido, a acomodação é a modificação dos esquemas de assimilação em novas estruturas, ou modificando estruturas já existentes, ou ainda, criando estruturas para dar conta do novo.

Como apontam Bartelmebs, Harres e Silva (2014, p. 79), ao agir sobre o mundo, “recolhemos informações muito superficiais dos objetos”, processo que ocorre pela abstração empírica (PIAGET, 1995). Quando dizemos que o Sol é uma estrela amarela, que a Lua é prateada ou que a Terra, vista do espaço, é azul, estamos fazendo uso desse tipo de abstração. Nesse caso, por exemplo, as crianças pequenas sabem dizer a cor do Sol, mas não saberão explicar **por que** ele tem essa cor.

Em resumo, então, podemos anunciar “que adaptação é um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação” (PIAGET, 1987, p. 17) e tanto a inteligência prática ou sensório-motora quanto a inteligência reflexiva adaptam-se assimilando os objetos ao sujeito. Nesse sentido, a aprendizagem ocorre mediante a interação radical entre sujeito e objeto, e a adaptação só ocorre quando assimilação e acomodação estão em equilíbrio.

Atrelada à adaptação está a **organização**. Piaget (1987) explica que os esquemas se entrelaçam entre si em uma rede solidária de significações e, dessa forma, quando aprendemos algo novo, construímos relações com o que já aprendemos anteriormente. A essa interdependência do que adaptamos Piaget (1987) chama de organização. Dessa forma, adaptação e organização são indissociáveis, “adaptando-se as coisas que o pensamento se organiza, e é organizando-se que se estruturam as coisas” (PIAGET, 1987, p. 19).

Voltando para nosso exemplo anterior acerca do movimento da Terra ao redor do Sol e sobre si mesma, e os fenômenos do dia e da noite e das estações do ano, podemos perceber que somente quando ocorrer uma abstração reflexionante é que haverá uma completa compreensão desses fenômenos.

Como aponta Piaget (1995, p. 5), a abstração empírica vai possibilitar aos alunos, por exemplo, observarem o movimento da Terra quando é elaborada uma maquete ou um modelo tridimensional do planeta. Nesse momento, os alunos irão “se apoiar sobre os objetos físicos ou sobre os aspectos materiais da própria ação, tais como movimento, etc.” Porém, não se trata aqui de pura

[...] “leitura”, pois para abstrair a partir de um objeto qualquer propriedade, como seu peso ou sua cor, é necessário utilizar de saída instrumentos de assimilação [...] oriundos de esquemas sensorio motores ou conceituais não fornecidos pelo objeto, porém construídos anteriormente pelo sujeito (PIAGET, 1995, p. 5).

Assim, o processo de retirar propriedades dos objetos é fruto de uma abstração reflexionante, que não irá se apoiar unicamente no real, mas que “tem um caráter construtivo e de criação que se alicerça nas operações mentais que o sujeito realiza” (BARTELMÉBS; HARRES; SILVA, 2014, p. 79). É esse processo de abstração reflexionante que irá possibilitar, por exemplo, compreender a relação do movimento de rotação da Terra com a ocorrência do dia e da noite.

Nesse sentido, podemos sintetizar que para Piaget a inteligência é resultado de um processo dinâmico de equilibração entre a acomodação e a assimilação do organismo, que Piaget chama de adaptação, ligada à hereditariedade geral.

Cabe-nos agora entender de que forma as estruturas hereditárias gerais e especiais, definidas anteriormente, preparam a adaptação, e mais: como a adaptação pode esclarecer a teoria da inteligência.

Para tanto, o epistemólogo analisa os primeiros atos de inteligência, do ponto de vista psicológico, partindo do seguinte problema: “como as reações sensório-motoras, as quais são hereditárias, preparam o sujeito para adaptar-se ao meio externo e preparam o indivíduo para comportamentos posteriores?” Nesse sentido, o problema psicológico, investigado por Piaget e colaboradores, começa a existir a partir do momento em que o sujeito interage com meio externo, deixando assim de serem reflexos e posturas internas do organismo.

A partir da observação minuciosa do desenvolvimento de seus três filhos, Piaget pode entender que a organização e a adaptação são a base para o desenvolvimento das primeiras ações das crianças. Assim, por meio da organização e adaptação de esquemas, iniciam-se as primeiras expressões da vida psicológica. O autor classifica essa evolução do conhecimento em estádios<sup>4</sup>, os quais abordaremos nos tópicos a seguir, buscando defini-los e distingui-los, bem como a relação deles com os conceitos de Astronomia.

### **Os estádios iniciais do desenvolvimento psíquico e a compreensão do universo**

Os níveis sensório-motores ocorrem em média entre 0 e 2 anos. Piaget demonstrou que a fase de desenvolvimento de 0 a 2 anos é extremamente importante e aponta que o estágio da inteligência começa antes das estruturas de linguagem, ou seja, existe uma inteligência pré-verbal (PIAGET, 1970).

---

<sup>4</sup> Optamos por utilizar o termo **estádio**, o qual foi, no decorrer do tempo, atualizado em traduções das obras de Piaget, pelo professor Lino de Macedo (USP) e também pelo professor Fernando Becker (UFRGS). O termo estágio faz referência a uma ideia de preparação para o que vem depois, o que não representa o conceito original de *stade* utilizado por Piaget. Os estádios do desenvolvimento da inteligência na criança são etapas não transponíveis umas às outras, mas, sim, assimiláveis, sendo que um estágio está incorporado a outro, num sentido de ampliação de uma construção e não de uma substituição de um nível pelo outro (BARTELMÉBS, 2016).

Nas primeiras semanas de vida, o lactente ainda não tem consciência, não coordena as ações e relaciona tudo a seu corpo, assim, o seu universo se restringe a si próprio (seu corpo).

A diferenciação do sujeito e objeto passa a ocorrer a partir dos 18 meses, período em que se iniciam a função semiótica e a inteligência representativa. Conceitos como dia e noite começam a permear a rotina da criança.

Segundo La Taille (2004), o estágio sensório-motor também é chamado de inteligência prática, pois nele a criança emprega suas ações e percepções. Nesse estágio ocorre a construção das principais categorias do conhecimento que possibilitam ao ser humano organizar a sua experiência na construção do mundo: objeto, espaço, causalidade e tempo. Essas habilidades serão essenciais para a construção do conhecimento dos fenômenos astronômicos. Como dito anteriormente, é o processo de abstração empírica que irá possibilitar, por exemplo, que a criança identifique a cor de uma estrela ou de um planeta, o qual é desenvolvido a partir dos processos básicos de construção da inteligência. Em decorrência dos primeiros esquemas construídos, será possível que a criança possa abstrair, pelo processo de abstração reflexionante, propriedades que não estejam vinculadas diretamente ao objeto em si, mas em uma relação entre objetos, como quando se compara o tamanho do Sol, da Lua e do Planeta Terra, por exemplo.

Segundo Piaget (1970), a criança nesse estágio constrói a noção de objeto e passa a entender que existe um universo do qual ela faz parte. É nesse estágio que acontece também a construção da noção objeto permanente, a qual posteriormente será de grande importância para compreender alguns conceitos astronômicos. Essa noção trata de entender que um determinado objeto existe apesar de estar fora do seu campo de visão. O conceito de causalidade também se

desenvolve nesse estágio. A partir de sua construção, a criança aplica os meios conhecidos às situações novas e começa a atribuir aos objetos e às pessoas uma atividade própria, o que indica a transição entre a causalidade mágico-fenomenista e a causalidade objetiva.

### **Características do estágio pré-operatório**

Piaget divide o estágio pré-operatório em dois subestádios. O primeiro nível do pré-operatório corresponde a idades aproximadamente entre 2 e 4 anos. Nesse momento surge o que Inhelder e Piaget (1976) denominam de função simbólica, que consiste no poder de representação de objetos ou acontecimentos, tornando possível, por exemplo, a aquisição da linguagem ou de símbolos coletivos, ou seja, quando você fala para criança a palavra “copo” ela vê mentalmente o que evoca de uma memória de “copo”.

Todavia, existem algumas dificuldades na interiorização das ações. Em primeiro lugar a tomada de consciência é parcial, pois o sujeito pode facilmente representar a si mesmo o trajeto de AB, mas terá muita dificuldade de trazer em noções e compreender o movimento dos seus membros para realizar o trajeto. A segunda dificuldade consiste no fato de que a criança, ao querer representar conceitualmente um determinado sistema, “tratará de traduzir o sistema em sucessivas representações de conjunto de elementos quase simultâneos” (PIAGET, 1970, p. 138). Dito de outra forma, a tomada de consciência envolve muito mais do que conseguir refazer o curso de ações no pensamento ou de imaginar símbolos e signos. Para Piaget (1970, p. 138):

Em realidade está interiorização é uma conceptualização com tudo o que está comporta de transformação dos esquemas em noções propriamente ditas, por mais rudimentares que elas sejam.

Isso implica afirmar que crianças entre 4 e 5 anos ainda não conseguem representar caminhos por meio de um material (como exemplo um mapa com os

principais pontos de referência), mesmo sendo caminhos que elas percorrem com frequência sozinhas (PIAGET, 1970).

É nesse estágio também que se desenvolve a capacidade de o sujeito realizar inferências elementares, de classificações em configurações espaciais e de correspondências. Além disso, a partir do aparecimento dos famosos “por quês?”, observa-se um início de explicações causais. Entretanto, essa causalidade permanece fundamentalmente psico-mórfica: “[...] os objetos são espécies de seres vivos, dotados de certos poderes parecidos com os da própria ação” (PIAGET, 1970, p. 139).

Mas, segundo Piaget (1970), a passagem da inteligência sensório-motora para a inteligência representativa não se deve apenas ao convívio social, mas também ao progresso da inteligência pré-verbal em conjunto com a interiorização da imitação, ou seja, reproduzir um modelo, como a capacidade de empregar a linguagem, por exemplo.

O segundo nível do estágio pré-operatório é marcado pelo início da descentração e o descobrimento de certas ligações graças às funções constituintes. Nesse nível existe a descentralização entre conceitos e em razão dessa descentralização as coordenações progressivas assumiram a forma de funções. Piaget (1970, p. 142) explica que, por exemplo, “uma criança de 5 a 6 anos sabe em geral que se se empurra com um lápis uma plaqueta retangular em seu meio ela avança em linha reta; mas se é puxada de lado ela roda”. Nesse caso, as pré-relações tornam-se verdadeiras relações, isso porque uma das variáveis se modifica de modo dependentemente da outra.

Entretanto a função constituinte não é reversível, ou seja, ainda não existe a noção de conservação, por exemplo:

[...] um fio disposto em ângulo reto, o sujeito sabe bem que puxando um dos segmentos, digamos A, o outro (B) diminui, mas à falta de quantificação ele não suportará a igualdade  $\sim A = \sim B$ : o segmento puxado é em geral considerado como se alongando mais do que o outro se encolhendo; e sobretudo o sujeito não admitirá a conservação do comprimento total  $A + B$ . (PIAGET, 1970, p. 143).

A transitividade também não é dominada ainda nesse estágio, já que, por exemplo, a criança, ao comparar três varetas, verifica que A é maior que B, e B é maior que C, mas ela não supõe que A seja então maior que C, a menos que ela compare A e C lado a lado (PIAGET, 1970).

Com relação aos astros, as crianças nessa etapa de seu desenvolvimento cognitivo apresentam comportamentos, como acreditarem, por exemplo, que o Sol ou a Lua estão perseguindo-as. O Sol, a Lua e as estrelas são como entidades que fazem parte do seu dia a dia. Assim, para a compreensão de temas ligados à Astronomia, Piaget (2005) indica que tanto o artificialismo quanto o animismo parecem ser uma construção espontânea das crianças.

Ainda para Piaget (2005), a atribuição de consciência e vontade ao Sol e a Lua, assim como atribuir que as próprias crianças são as responsáveis pelo movimento dos astros, tem origem na falta de descentração desse estágio, como explica o autor:

O ponto de partida é um sentimento de participação devido ao egocentrismo, isto é a confusão entre o eu e o mundo: a criança vendo constantemente os astros em cima ou ao lado dela, não tarda a pensar, graças a pré-ligações afetivas produzidas pelo egocentrismo infantil, que entre o movimento dos astros e seu próprio há participação dinâmica (PIAGET, 2005, p. 184).

Segundo o autor, o animismo é o processo em que a criança estabelece que tudo tem vida, fazendo inicialmente uma relação com o cotidiano que vive,

ou seja, se um objeto tem uma ação como iluminar e deixar de iluminar, é porque ele tem vida.

Isso implica que as crianças primeiramente acreditem que os astros são fruto de uma construção, tendo uma origem “humana ou divina” (BARTELEMEBS; FIGUEIRA, 2021, p. 274) e que, posteriormente, as crianças concebem que os astros possam ter uma origem “natural”. Dessa forma, é bastante comum que crianças nessa idade pensem no Sol ou na Lua como objetos vivos, com desejos e vontades próprias.

Podemos, com base no que vimos discutindo, questionar-nos: Qual o papel da Educação Infantil no desenvolvimento de temas da Astronomia? De acordo com a BNCC no campo de experiência, espaços, tempos, quantidades, relações e transformações:

As crianças vivem inseridas em espaços e tempos de diferentes dimensões, em um mundo constituído de fenômenos naturais e socioculturais. Desde muito pequenas, elas procuram se situar em diversos espaços (rua, bairro, cidade etc.) e tempos (dia e noite; hoje, ontem e amanhã etc.). Demonstrem também curiosidade sobre o mundo físico (seu próprio corpo, os fenômenos atmosféricos, os animais, as plantas, as transformações da natureza, os diferentes tipos de materiais e as possibilidades de sua manipulação etc.) (BNCC, 2018, p. 42 - 43).

Podemos, embasados na curiosidade natural das crianças, instigar uma série de ações práticas em sala de aula que potencializam um olhar sistemático para os fenômenos presentes no dia a dia. Diante dos aspectos descritos pela BNCC para a Educação Infantil, tem-se como importância no desenvolvimento da Astronomia a observação e o questionamento dos fenômenos vividos diariamente pelas crianças. Tais fenômenos são, ou podem ser observados no seu cotidiano, tais como a passagem do dia e da noite, as características percebidas das estações do ano e os elementos que compõem o céu diurno e noturno. Ainda segundo a BNCC (2018, p. 43):

[...] a Educação Infantil precisa promover experiências nas quais as crianças possam fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações.

Com isso, podemos promover atividades de observação do céu, do Sol, da regularidade dos fenômenos astronômicos e a ciclicidade da passagem do tempo (SEBASTIÀ, 2004). Embora na Educação Infantil não haja propriamente conteúdos de Astronomia, existe uma riqueza de possibilidades que pode ser explorada pelos(as) professores(as), sendo inclusive uma excelente oportunidade de construção de noções espaciais importantes para a consolidação de novas aprendizagens de Astronomia. Como afirma Oliveira (2005, p. 110): “[...] a noção espacial é uma construção realizada não somente pela percepção, mas engendrada a partir de um conjunto de ações e operações”. Nesse sentido, para além do estímulo perceptivo dos fenômenos, haverá também a compreensão gradual de sua ocorrência, gerando, assim, uma descentração gradual de pontos de vista e correlações cada vez mais complexas entre os astros envolvidos, tais como o Sol, a Terra e a Lua.

Ainda, na Educação Infantil, é a partir de metodologias que possibilitam à criança compreender o seu pertencimento ao ambiente em que vive que se pode iniciar um processo de conhecimento quanto aos fenômenos astronômicos e as influências deles em seu cotidiano.

### **Características do estágio operatório concreto**

O estágio sucessor ao pré-operatório é o operatório concreto que também é subdividido em dois níveis. No primeiro nível (7 a 8 anos, em média), a criança passa das ações interiorizadas para ações interiorizadas reversíveis, o que Piaget (1970) chama de operações.

Várias características muito gerais distinguem essa lógica daquela que será constituída durante o período pré-adolescente (entre 12 e 15 anos). Em primeiro lugar, essas operações são “concretas”, ou seja, ao usá-las, a criança ainda utiliza razões em termos de objetos (classes, relações, números etc.) e não em termos de hipóteses que podem ser pensadas antes de saber se elas são verdadeiras ou falsas (PIAGET, 1970).

No caso do conhecimento das operações, encontramos-nos diante de um processo que envolve a fusão em um único ato das antecipações e retroações, o que constitui a reversibilidade operatória, ou seja, o indivíduo inicia o processo de reflexão, pensa antes de agir (PIAGET, 1970).

De acordo com Piaget (1970), o sujeito neste nível possui a capacidade de organizar o mundo de forma lógica ou operatória, não se limitando mais a uma representação imediata, mas ainda dependendo do mundo concreto para desenvolver a abstração.

Segundo Goulart (2005), do ponto de vista afetivo, há o início da des-  
centração da criança e ela já consegue colocar-se abstratamente no lugar do outro. Em média, por volta dos 9 anos, ocorre uma evolução na afetividade, pois a cooperação entre os sujeitos passa a coordenar os pontos de vista em uma reciprocidade, com autonomia e coesão. Assim, as brincadeiras começam a ser substituídas pelos jogos e competições, apesar de as crianças apresentarem dificuldades nos estabelecimentos das regras.

A causalidade a partir dos 7 a 8 anos consiste na atribuição das operações em si mesmas a objetos cujas ações tornam-se explicadas de maneira mais ou menos racional.

É nesse momento que as crianças têm contato inicial com temas de Astronomia na escola, especialmente, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando temas de Astronomia foram diluídos no Ensino Fundamental I dentro do componente curricular de Ciências (BRASIL, 2018).

Na BNCC (2018), no capítulo das Ciências da Natureza, nível Ensino Fundamental Anos Iniciais, os temas de Astronomia aparecem na unidade “Terra e Universo”, temas que objetivam levar ao estudante a “compreensão das características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles” (BRASIL, 2018, p. 328). Ainda segundo o documento, a intenção de inserir conteúdos de Astronomia nos Anos Iniciais é para estimular a curiosidade das crianças pelos fenômenos naturais e desenvolver o pensamento espacial por meio de experiências cotidianas de observação do céu. Assim, por meio da sistematização das observações e o uso adequado dos sistemas de referência, pode haver melhor compreensão e identificação de fenômenos e regularidades que deram à humanidade, em diferentes culturas, maior autonomia na regulação da agricultura, na construção de calendários etc. (BRASIL, 2018).

Segundo Piaget (2005), em média dos 8 aos 10 anos, a criança passa a admitir duas teses contraditórias e sem conciliação em relação à crença de que os Astros as seguem. É provável que as crianças tenham aprendido que o Sol é grande, está muito distante, mas ainda não compreendem como esses dois fatos influenciam a “ilusão de que o Sol as seguem”. O resultado disso é uma explicação mais ou menos racional, pois admitem que os astros se movem, mas não porque eles nos seguem e, sim, em razão do impulso do ar, do vento ou das nuvens.

Diversas pesquisas acerca da aprendizagem de conceitos científicos na escola apontam que muitos alunos não compreendem a Ciência que lhes é ensinada, mas formulam suas próprias ideias sobre os fenômenos científicos. Segundo Kitzberger, Bartelmebs e Rosa (2019), essas ideias alternativas que os alunos têm costumam resistir ao ensino escolar (POZO; CRESPO, 2009).

Questionamo-nos se nessa faixa etária específica que compreende os Anos Iniciais do Ensino Fundamental isso tem relação com o estágio do desenvolvimento cognitivo no qual as crianças estão. Não no sentido de menosprezar a capacidade delas, mas, sim, no intuito de compreender se as exigências conceituais dos conteúdos estão realmente condizentes com as capacidades cognitivas das crianças dessa faixa etária. Certamente, nesse ensaio não vamos conseguir dar conta de forma empírica dessa problemática, mas apontamos algumas reflexões que podem ser úteis a professores(as) que atuam nessa etapa de ensino.

Por se tratar de uma temática bastante abstrata, no sentido de distante de uma concretude em nosso dia a dia, os temas de Astronomia no ensino de Ciências podem tornar-se difíceis para as crianças que ainda operam sobre o concreto. Um estudo bastante interessante que foi desenvolvido por Nussbaum (1979) apresenta alguns níveis de desenvolvimento do conhecimento acerca da forma da Terra, conceito primordial para o entendimento de qualquer conteúdo da área da Astronomia.

As crianças passam de um conceito inicial egocêntrico, a partir do qual:

A primeira ideia primitiva consiste em que a Terra é *plana*, estendendo-se *infinitamente* até os lados e abaixo. Em consequência, uma afirmação sobre a condição plana da Terra implica, de imediato, outra afirmação sobre a natureza do *firmamento* e do *espaço* [...] horizontal, situado paralelamente a Terra (NUSSBAUM, 1979, p. 260, grifos do autor).

Compreender a Terra como um corpo cósmico no espaço implica outras habilidades cognitivas que transcendem o “egocentrismo” habitual do nosso ponto de vista terrestre. Segundo Vosniadou (1994), o modelo de Terra esférica é uma evolução de modelos intermediários, tais como o de Terra como uma esfera oca, ou uma esfera achatada. O modelo da esfera oca “requer abandono à crença de que a Terra precisa ser apoiada” (NUSSBAUM, 1979, p. 57). Quando um sujeito atinge esse nível, ele consegue compreender parcialmente o conceito de gravidade, mesmo que a partir de um referencial absoluto (acima/abaixo). “As crianças que elaboram o modelo de esfera oca aceitam a noção de que a Terra é uma esfera cercada por espaço” (NUSSBAUM, 1979, p. 57). De acordo com Nussbaum (1989), isso já denota uma evolução em seu conceito de Terra enquanto corpo cósmico. Ou seja, a construção de uma noção de Terra esférica passa também por diferentes níveis e transições que acompanham o “descolamento” do pensamento concreto a uma ideia de representação de um objeto no espaço. Compreendemos que esse processo cognitivo é extremamente completo e exigente.

Dessa forma, entendemos que o ensino de Astronomia na faixa dos 7 aos 8 anos, que compreende os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, precisa ter o objetivo de apresentar os fenômenos e motivar o interesse dos(as) alunos(as) sobre o tema, sem ainda aprofundar o conteúdo. É extremamente importante que os temas sejam trabalhados sempre com modelos concretos, relacionando, na medida do possível, os fenômenos com o cotidiano dos estudantes.

Por volta dos 9 ou 10 anos de idade, acontece o segundo nível das operações concretas, quando a criança passa a coordenar pontos de vista em relação a um conjunto de objetos, como três prédios que serão observados em diferentes situações, por exemplo. De forma semelhante, as medidas espaciais de uma, duas

ou três dimensões originam a construção de coordenadas naturais que as englobam num sistema total, ou seja, as crianças nessa fase podem considerar duas ou três dimensões simultaneamente em vez de sucessivamente.

Com base em Piaget, acreditamos que a criança possui condições cognitivas de compreender a Astronomia apenas no segundo nível das operações concretas, visto que é nesse estágio que ocorre a coordenação de pontos de vista, uma das habilidades essenciais para a compreensão de fenômenos astronômicos. Isso porque a superação de um ponto de vista “egocêntrico”, ou seja, compreender as coordenadas espaciais para além de uma referência centralizada em si implica na construção da inter-relação entre os conceitos de Terra como corpo cósmico, movimentos da Terra e do Sol e a “inclinação” do eixo da Terra. Para isso, o sujeito precisará se imaginar observando os fenômenos do espaço, isto é, fora da Terra.

Para Sebastião (2004), observar o movimento do Sol ao longo do ano pode possibilitar uma compreensão da parcialidade do ponto de vista do observador terrestre, à medida que permite relacionar, por exemplo, as estações do ano com a posição relativa do Sol nascente e poente.

Também durante o estágio operatório concreto, a criança constrói vários conhecimentos, como a capacidade de consolidar as conservações de número, ou as operações infralógicas que são referentes à conservação Física: peso, volume e substância. Há também a constituição do espaço, que se trata da conservação de comprimento, superfície, perímetros, horizontais e verticais e a constituição do tempo e do movimento (coordenação entre tempo e velocidade). As principais aquisições cognitivas matemáticas ocorridas no período operatório concreto são a classificação e a seriação, ocorrendo, em seguida, a multiplicação

lógica e a compensação simples. O indivíduo, nesse período, compreende os números operatórios, não se tratando de apenas contá-los verbalmente, mas também de conservar os conjuntos numéricos, não levando em consideração os arranjos espaciais. A criança, nessa fase, está apta para resolver os cálculos matemáticos interligados, pois com base na subtração se tem a adição e na divisão se tem a multiplicação (PIAGET, 1970).

Entretanto, se por um lado as operações lógico-matemáticas, principalmente a noção espacial, chega em seu equilíbrio, por outro, essas operações ainda estão muito limitadas a operações concretas ligadas ao que é tangível ou às experiências da criança. Isso implica que a matemática para crianças nesse estágio é sempre pensada sobre problemas concretos, como: “Maria comprou 10 maçãs e deu 4 para Pedro, com quantas maçãs Maria ficou?”.

Para os temas da Astronomia não é diferente. Embora a criança nesse estágio tenha estrutura para compreender a relação de corpos celestes no espaço e conseguir imaginar o objeto a partir de diferentes perspectivas e em todas as suas dimensões, isso é delimitado a situações e objetos concretos, sendo ainda difícil relacionar todos os fenômenos envolvidos em uma única explicação. Imaginar, por exemplo, o posicionando da Terra, do Sol e da Lua em um eclipse é uma situação que exige muita abstração, visto que trabalhamos com modelos, já que não é possível (ainda) levar as crianças para o espaço para ter a experiência de ver o arranjo espacial dos astros em um eclipse.

Diante dos estudos da Teoria Piagetiana, cabe a seguinte questão: Será que apenas no estágio formal os adolescentes possuem capacidade cognitiva de compreender de fato como acontecem os fenômenos astronômicos? E que implicações essa suposição teria para o ensino de conceitos de Astronomia nos Anos

Iniciais do Ensino Fundamental? É o que pretendemos discutir no tópico seguinte.

### **Características das operações formais**

O estágio das operações abstratas inicia-se por volta dos 11-12 anos e segue até a vida adulta, entretanto, isso não quer dizer que ocorra estagnação cognitiva, pois o sujeito seguirá ampliando seus conhecimentos até o momento de sua morte. Nessa fase, o adolescente já distingue entre o real e o possível e passa a relacionar diretamente o possível ao necessário, ou seja, consegue raciocinar sobre hipóteses à medida que ele é capaz de formar esquemas conceituais abstratos e por meio deles executar operações mentais. Essa novidade foi observada por diversos estudiosos do assunto, que notaram o aparecimento da estrutura perto apenas dos 11 anos (PIAGET, 1970).

O fato de o adolescente conseguir raciocinar sobre hipótese, portanto, raciocinar sobre proposições e não apenas por objetos, permite ao sujeito pensar em consequências sem a verificação direta. Essa habilidade também é fundamental para a compreensão dos fenômenos da Astronomia, uma vez que para compreender os eclipses, por exemplo, é necessário entender sua ocorrência, sem de fato verificá-lo empiricamente no espaço. Isto é, trata-se de inferir que em determinada posição do Sol, da Lua e da Terra, teremos uma ocultação provisória que trará como consequência um eclipse Solar ou Lunar. Da mesma forma, compreender as fases da Lua é entender a incidência da luz solar no nosso satélite, em diferentes épocas do mês. Embora essas situações possam ser verificadas com uma simples observação do céu noturno, suas explicações extrapolam os dados obtidos pela observação em si. Requerem a capacidade de projetar três astros no espaço e compreender as relações complexas entre seus movimentos, trajetórias e a implicação disso nos fenômenos observados.

Outros exemplos que podem ser citados são as compreensões de fenômenos, como o efeito da Lua nas marés, a atração gravitacional entre os planetas e o Sol e os próprios movimentos da Terra e as consequências destes.

O raciocínio hipotético permite também que o adolescente forme operações sobre operações, abrindo vias para o possível por meio da combinatória. A análise combinatória, por sua vez, possibilita ao adolescente se libertar da elaboração apenas por aproximação, presentes no estágio anterior, já que a partir daqui o indivíduo consegue combinar todos os conjuntos possíveis. Além disso, outra novidade para este nível é a necessidade de entender relações e estabelecer leis.

A fim de exemplificar a análise combinatória e o sentimento de necessidade desse estágio, citamos o estudo realizado por Inhelder e Piaget (1976), publicado no livro *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. No primeiro capítulo do livro, os autores realizam uma pesquisa sobre a constituição da lógica das proposições e para isso propõem um jogo parecido com a sinuca, realizado com participantes de diversas idades, cujo objetivo é que o sujeito formule e verbalize a lei de igualdade do ângulo de incidência e reflexão.

Percebe-se que no nível III A (11 a 14 anos) existe a correspondência concreta entre as inclinações e busca de uma hipótese geral, capaz de explicar as correspondências. No entanto, as hipóteses características do nível III A estão ainda muito perto de correspondências concretas, pois procuram “apenas exprimir o seu fator geral” (INHELDER; PIAGET, 1976, p. 6).

O que caracteriza o nível III B (14-15 anos) é uma nova exigência, pouco explícita no nível A: a necessidade de encontrar um fator, não apenas geral, mas também necessário, isto é, que seja capaz de exprimir, além das relações constantes, a razão de tais relações (INHELDER; PIAGET 1976). Os sujeitos do

nível III B não se contentam em estabelecer uma correspondência nem em procurar um fator constante único, mas se perguntam o porquê dessas correspondências. É essa busca de razão necessária que permite distinguir o pensamento formal, com suas operações de implicação ou de equivalência do pensamento concreto, com suas simples verificações de constâncias (INHELDER; PIAGET, 1976).

A diferença geral entre os dois últimos estádios é que as operações concretas, embora formadas por sistemas de conjuntos (classificações, seriações correspondências etc.), vão de ligação a ligação, e passo a passo, sem considerar, em cada ligação específica, o conjunto das outras, o característico das operações formais. É, ao contrário, considerar em cada caso todas as combinações possíveis e assim agrupar as ligações parciais em função contínua do conjunto das partes (INHELDER; PIAGET, 1976).

Essa habilidade combinatória é essencial para a compreensão de fenômenos da Astronomia, uma vez que para entender as estações do ano, por exemplo, existe a necessidade de combinar um conjunto de fatores, como a proporção do tamanho do Sol em relação à Terra, o eixo de inclinação da Terra e a influência na incidência dos raios solares. Por outro lado, indivíduos do estádio das operações concretas, apesar de coordenar diferentes pontos de vista, podem ter dificuldade de compreender o fenômeno das estações do ano, em virtude da capacidade de fazer ainda ligações passo a passo, sem conseguir compreender o todo. Essa capacidade pode permitir aos adolescentes o entendimento das representações utilizadas na Astronomia.

Segundo Piaget (2005), uma representação acontece por meio da imitação de um modelo e, dessa forma, as nossas representações são de modelos de objetos que estão ausentes do nosso contexto imediato. Esse fato explica por que

a Astronomia é bastante abstrata em termos de Epistemologia Genética. A Astronomia trabalha com modelos, pois não é possível manipular (concretamente) o Planeta Terra nem nenhum outro astro do Universo.

É apenas por meio da criação de modelos cada vez mais refinados com o uso da matemática e da computação que representamos os astros e seus movimentos e, assim, por meio das representações, é possível prever os eclipses e as passagens dos cometas, por exemplo. A representação está relacionada à criação de modelos que possibilitam prever coisas, o que evidencia a necessidade de haver um nível de entendimento de abstração e de representação daquilo que no nível do concreto é inacessível ao ser humano.

### **Conclusão**

Nesse ensaio teórico, tivemos a intenção de, ao apresentar a Epistemologia Genética como uma teoria do conhecimento, tecer alguns comentários sobre a aprendizagem de temas de Astronomia na escola. As limitações desse ensaio se encontram justamente na necessidade de um aprofundamento empírico com as crianças e os adolescentes dos estádios operatório concreto e formal para podermos avaliar o quanto é possível compreender os conceitos de Astronomia presentes no currículo escolar.

Autores como Mano (2017) e Bartelmebs *et al.* (2019) apresentam que mesmo sujeitos adultos, ou adolescentes já situados no operatório formal, podem apresentar “desempenho correspondente às operações concretas” (MANO, 2017, p. 182) quando diante de temas de Astronomia. Em geral, os professores percebem os temas de Astronomia como abstratos, de difícil compreensão e que geram inúmeras inseguranças aos docentes (BARTELMEBS, 2014).

Podemos reconhecer que existe um potencial didático importante nos conteúdos de Astronomia previstos na BNCC Ciências e também algumas características da BNCC Educação Infantil. A Astronomia pode ser um caminho para uma educação científica desde tenra idade, possibilitando atividades práticas e de sistematização de conhecimento em diferentes níveis. No entanto, se seu ensino for fragmentado e não houver uma sequência de nível de complexidade e interação entre os conceitos, provavelmente ficarão lacunas na construção desses conceitos. Entendemos também que há muitos outros fatores envolvidos nas questões da aprendizagem e longe está de nosso propósito pensar em um sujeito ideal para a aprendizagem. Sabemos que há diferenças importantes a nível cultural, social e de acesso a materiais didáticos de qualidade. Também não negamos as carências da formação inicial e continuada de professores que, como apontam pesquisas da área, fragilizam ainda mais a consolidação do ensino (e da aprendizagem) de temas de Astronomia na escola.

No entanto, como apontado no decorrer desse ensaio, a partir do olhar da Epistemologia Genética, podemos compreender que a gradação das construções cognitivas pode ser potencializada pelo conhecimento de temas de Astronomia. Cada estágio, com suas particularidades, comporta diferentes níveis de abstração e interação com os fenômenos do céu. O ideal é que essa transposição possa ser feita de acordo com as características gerais de cada estágio e de diferentes níveis de aprofundamento de um mesmo tema e que, por exemplo, o movimento da Terra não seja visto apenas no primeiro ano do Ensino Fundamental, quando a criança ainda não tem descentração suficiente para compreender o complexo sistema que se estabelece entre Terra e Sol e a ocorrência do dia e da noite. Defendemos que esse conceito precisa aparecer novamente, em diferentes etapas, e cada vez mais constituir um conhecimento complexo, aliado a observações regulares dos fenômenos do céu. Dessa forma, acreditamos que este início

de debate será profícuo para pensarmos o ensino de Ciências, especialmente o de Astronomia na Educação Básica.

## Referências

BARTELMEBS, R. C. **Ensino de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola. 2016. 211 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BARTELMEBS, R. C. Psicogênese e história das ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 147-165, maio/ago., 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160208>. Acesso em: 9 out. 2022.

BARTELMEBS, R. C.; FIGUEIRA, M. M. T. Ensino de Astronomia nos Anos Iniciais: as ideias dos alunos à luz do método clínico piagetiano. **Revista Eletrônica Vidya**, Santa Maria (RS), v. 41, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3853>. Acesso em: 15 dez. 2022.

BARTELMEBS, R. C.; HARRES, J. B. S.; SILVA, J. A. da. A teoria da abstração reflexionante e a história da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 18, p. 73-88, 2014. DOI: 10.37156/RELEA/2014.18.073. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/201>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BARTELMEBS, R. C.; KITZBERGER, D. O.; JEZUS, M. T.; FIGUEIRA, M. M. T.; PANDINI, C. A. Modelos de significação sobre conteúdos de Astronomia: Considerações acerca de um estudo com professores de Ciências da Educação

Básica. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília (SP), v. 11, n. 2, p. 34-79. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3xFub50>. Acesso em: 2 fev. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a Base. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília: 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 9 out. 2022.

FREITAG, B. **Piaget: encontros e desencontros**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Modelos mentais de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre o dia e a noite: um estudo sob diferentes referenciais. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 24, p. 45-68, 2017.

GOURLART, I. B. **Piaget: experiências básicas para utilização pelo professor**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

INHELDER, B.; PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais**. Trad. Dante Moreira Leite. São Paulo: Pioneira, 1976.

JEAN PIAGET. **Conceito de estádios**. Yves de La Taille. Atta, Mídia e Educação, 2004. Vídeo. (29 min), visual, color. Ep. 04. Disponível em: <http://assinantes.attamidia.com.br/destaque/jean-piaget-4-conceito-estagio>. Acesso em: 10 dez. 2020.

KITZBERGER, D. de O.; BARTELMEBS, R. C.; ROSA, V. As diferentes concepções sobre as fases da lua de alunos dos oitavos anos do Ensino Fundamental de uma escola pública. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 28, p. 67-93, 2020. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/410>. Acesso em: 9 out. 2022.

MANO, A. de M. P. **Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo**. 2017. 208f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2017.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 320-332, abr. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/4mNCY5D6rmRDPWXtrQQMyGN/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2022.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre (RS), v. 1, n. 2, p. 132-144, 1996.

NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. **Science Education**, Reino Unido (UK), v. 63, n. 1, p. 83-93, 1979.

NUSSBAUM, J. La tierra como cuerpo cósmico. *In*: DRIVER. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Ediciones Morata S.A., p. 259-290, 1989.

OLIVEIRA, L. de. A construção do espaço, segundo Jean Piaget. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia (MG), n. 17, v. 33, p. 105-117, 2005.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1970.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

PIAGET, J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1969.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança**. São Paulo: Ideias & Letras, 2005.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **A psicologia das crianças**. São Paulo: Difusão, 1975.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 1, p. 7-32, 2004.

TASSINARI, R. P. Como é possível a Filosofia? Uma análise a partir do modelo do sistema de esquemas de ações e operações sobre símbolos e signos. **Schème: Rev. Eletr. de Psic. e Epist. Gen.**, Marília (SP), v. 12, n. 2, p. 6-40, 2020.

VOSNIADOU, S. Capturing and modeling the process of conceptual change. **Learning and Instruction**, Amsterdam (Países Baixos), v. 4, p. 4-9, 1994.

Recebido 25/10/2022

Aprovado 25/01/2023