

MODELOS DE SIGNIFICAÇÃO SOBRE CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA: CONSIDERAÇÕES ACERCA DE UM ESTUDO COM PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Roberta Chiesa Bartelmebs¹
Danilo de Oliveira Kitzberger²
Mikaela Teleken de Jesus³
Maria Milena Tegon Figueira⁴
Camila de Andrade Pandini⁵

Resumo

Apresentamos neste artigo um estudo exploratório sobre os modelos de significação de sujeitos adultos sobre conteúdos de Astronomia, especificamente sobre as estações do ano. A investigação ocorreu em um projeto de pesquisa sobre Educação em Astronomia na Educação Básica, e tem como aporte metodológico o método clínico piagetiano. Elaboramos e testamos um protocolo piloto, que posteriormente foi utilizado para a aplicação das 13 entrevistas descritas neste artigo. As entrevistas foram realizadas em escolas públicas, abrangendo todos os professores de Ciências do Ensino Fundamental de um município situado na Região Oeste do Estado do Paraná. As entrevistas foram organizadas da seguinte maneira: Num primeiro o sujeito discorria livremente sobre o tema das estações do ano, partindo então para uma segunda etapa na qual era convidado a desenhar uma explicação para o fenômeno estudado e por fim solicitava-se que o sujeito, com o uso de um material concreto, explicasse a ocorrência das estações do ano, tal qual o faria em uma aula desta temática. Nosso objetivo, com o uso destes três momentos, foi o de compreender como os sujeitos adultos organizam seus conhecimentos sobre o conteúdo das estações do ano presente no Ensino de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A partir dos dados coletados identificamos, de modo exploratório, três diferentes modelos de significação, aos quais intitulamos: Modelo de significação concreto; Modelo de significação intermediário e Modelo de significação complexo. No primeiro modelo, os sujeitos não conseguem representar nem explicar a ocorrência das estações do ano. Estes

¹ Universidade Federal do Paraná. E-mail: betachiesa@gmail.com

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: danielokitzberger@gmail.com

³ Universidade Federal do Paraná. E-mail: mikaelateleken@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Paraná. E-mail: milenategon@gmail.com

⁵ Universidade Federal do Paraná. E-mail: camila1999andrade@gmail.com

sujeitos fazem somente dos conceitos memorizados dos livros didáticos ou nas suas aulas de Ciências. O segundo modelo refere-se aos sujeitos que conseguem elaborar ao menos uma explicação para as estações do ano, seja no desenho, seja com o uso de material concreto, mas que ainda não explicam de forma satisfatória o fenômeno. No terceiro modelo se encontram os sujeitos que conseguem explicar a ocorrência das estações do ano seja com desenho ou com uso de material concreto. A partir da compreensão desses diferentes modelos pretende-se elaborar um material didático de Educação em Astronomia para a formação continuada de professores da rede pública do município onde a investigação foi realizada.

Palavras Chave: Educação em Astronomia; Modelos de significação; Educação Básica.

SIGNIFICANCE MODELS ON ASTRONOMY CONTENTS: CONSIDERATIONS ABOUT A STUDY WITH TEACHERS OF SCIENCE IN BASIC EDUCATION

Abstract

We present in this article an exploratory study on the models of meaning of adult subjects about Astronomy contents, specifically about the seasons of the year. The investigation took place in a research project on Astronomy Education in Basic Education, and its methodological support is the Piagetian clinical method. We designed and tested a pilot protocol, which was later used for the application of the 13 interviews described in this article. The interviews were conducted in public schools, covering all elementary school science teachers I and II of a municipality located in the western region of the state of Paraná. For the application of the interviews, three moments were used: First, in which the subject could talk freely about the subject, then departing to a second moment in which he was invited to draw an explanation for the studied phenomenon and finally it was requested that the teacher would use a concrete material to explain the occurrence of the seasons. Our goal was to understand how the adult subjects organize their knowledge about the content of the seasons present in the Science Teaching of the early years of elementary school. From the data we identify, in an exploratory way, three different models of meaning, which we call: Model of concrete meaning; Intermediate Meaning Model and Complex Meaning Model. In the first model, the subjects cannot represent or explain the occurrence of the seasons, making use of the concepts memorized in textbooks or in their science classes. The second model refers to the subjects who can elaborate at least one explanation for the seasons of the year, either in the drawing or with the use of concrete material, but that do not yet satisfactorily explain the phenomenon. In the third model are the subjects who can explain the occurrence of the seasons either with drawing or using concrete material. From the understanding of these different models it is intended to elaborate a didactic material of Astronomy Education for the continuous formation of teachers of the public network of the municipality where the research was carried out.

Keywords: Education Astronomy; Meaning models; Basic Education.

Introdução

Apresentamos neste artigo os resultados da aplicação de um Protocolo de entrevista, fruto de um projeto de pesquisa em Educação em Astronomia na Educação Básica. Investigamos quais modelos de significação (SILVA, 2009) sujeitos adultos, professores de Ciências do Ensino Fundamental, apresentam sobre os conteúdos de fases da Lua, eclipses e Estações do ano. Neste artigo vamos apresentar apenas os resultados referentes ao conteúdo das Estações do ano.

Esses conteúdos foram selecionados no âmbito do currículo de Ciências do Ensino Fundamental da Educação Básica. Tomamos como base os seguintes documentos: Base Nacional Comum Curricular (2017), Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (2008) e o currículo municipal, elaborado pela Secretaria de Educação e Cultura de um município situado na região Oeste do Estado do Paraná. Entendemos que esses conteúdos representam a base na qual a Astronomia é abordada na escola.

Além disso, conforme Bartelmebs e Harres (2014), ao investigarem a temática da Educação em Astronomia, enfatizam que:

O problema principal não se encontra necessariamente no fato de não haver uma disciplina intitulada “Astronomia” no currículo, mas especialmente na formação inicial dos professores de ciências tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio (2014, s/p).

Ainda nesse sentido, diversos estudos como os de Langhi (2009; 2014); Leite (2009), Bartelmebs (2012; 2014; 2016); Parker (1998); Plummer (2010), Sebastião (2004; 2005), concluem que os professores de Ciências do Ensino Fundamental apresentam muitas concepções alternativas sobre conteúdos de Astronomia e de modo geral sequer têm consciência disso. Por falta de uma sólida formação inicial ou continuada, eles continuam reproduzindo essas concepções alternativas e

consequentemente fazendo com que os alunos, por sua vez, também apresentem ideias bastante semelhantes as suas.

Em uma pesquisa com professores e cientistas, Sneider, Bar e Kavanagh (2011), elaboraram diretrizes que apontam a importância da compreensão da ocorrência das estações do ano. Os autores iniciam seus estudos com base no documentário *A Private Universe* produzido em Harvard (1987) sobre as dificuldades de crianças, adultos e professores universitários em compreenderem a ocorrência das estações do ano. Em síntese, os autores apontam que é importante construir uma noção científica baseada na história e na filosofia das ciências. Para eles, o conteúdo estações do ano é indicado para abordar questões históricas e concepções alternativas que envolvem o conhecimento astronômico.

Além disso, a compreensão das estações do ano é algo que, segundo os autores “é um passo essencial na compreensão das alterações climáticas a longo prazo”, sendo importante, portanto, na formação do cidadão do século XXI. Os autores também apontam que a interdisciplinaridade intrínseca do tema estações do ano pode servir de base para estudos em diversas disciplinas. E por fim, retomam a ideia de Nussbaum (1979) sobre a importância da compreensão da Terra como um planeta no universo. Ao contrário do que se poderia imaginar, o conceito de Terra esférica não é naturalmente construído pelas crianças. Porém, o modelo de ensino de ciências em geral “impõem um modelo culturalmente aceito de uma Terra esférica” (VOSNIADOU, 1994, p. 56).

Levando em conta que o conhecimento conceitual dos professores dos temas das séries nas quais trabalham, muitas vezes, provêm de sua própria formação escolar (PIMENTA; LIMA 2008; LANGHI, 2009), é preocupante que o ensino de ciências se mantenha em um nível tão inicial de compreensão de fenômenos como as estações do ano.

Em outro trabalho, Sebastião e Torregrosa (2005, p. 2) criaram uma sequência didática sobre o modelo Sol-Terra para professores em formação, a atividade teve como base uma metodologia sócio construtivista. Segundo os autores, a observação do Sol é o principal ponto de partida, pois:

A capacidade de descrever o movimento do Sol no céu ao longo do dia e a todo o ano significa estar consciente da existência de dias singulares (equinócios e solstícios) e as simetrias sazonais (por exemplo, para cada dia do verão, há uma na primavera, com características iguais).

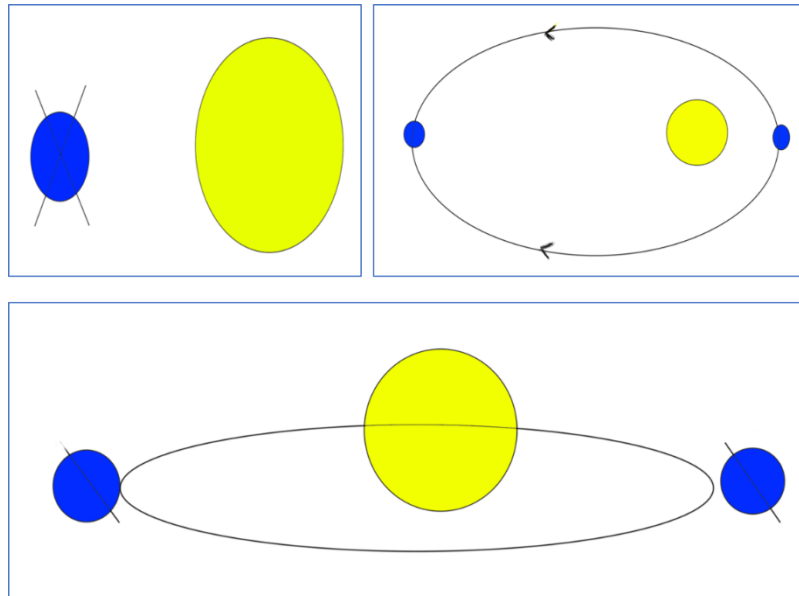
Em uma estória criada como recurso para formação continuada de professores, Caniato (1987) também aponta a importância da observação das diferentes posições do Sol no decorrer do ano como importante componente para compreender as estações do ano.

Outra pesquisa com professores em formação, realizada por Plummer, Zahm e

Rice (2010), indica que menos da metade dos professores investigados compreende bem os movimentos celestes. A maioria dos participantes (94%) descreveu imprecisamente o movimento do Sol pelo Zênite. Metade dos participantes não sabia que o Sol se desloca para o Sul no inverno (pesquisa feita no Hemisfério Norte).

Parker e Heywood (1998) utilizaram três modelos (Figura 1) para investigar as ideias dos professores sobre as estações do ano antes e depois de uma atividade didática. O resultado foi que a maioria dos professores não compreendia a relação existente entre a inclinação do eixo da Terra e a ocorrência das estações do ano. Essencialmente, as estações do ano eram atribuídas ao fato da órbita da Terra ser exageradamente elíptica.

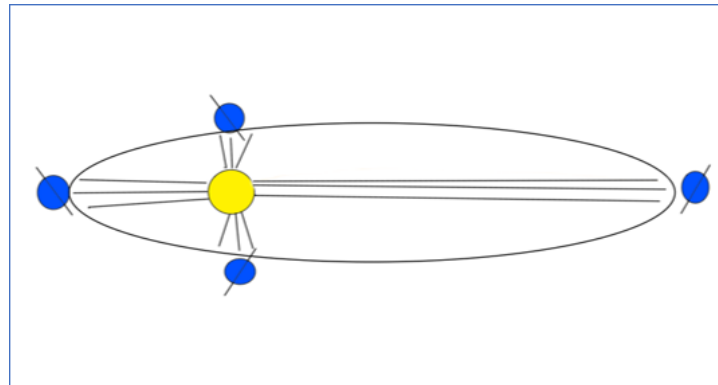
Figura 1 - Modelos estações do ano



Fonte: Parker, Heywood (1998).

Segundo o estudo de doutorado de Sebastià (2004), uma das dificuldades de se compreender o modelo Sol-Terra de modo a conseguir explicar fenômenos como as estações do ano está na falta de reconhecimento das regularidades e simetrias no movimento do Sol durante o ano. Os alunos e professores, em geral, não observam tais regularidades e assim não conseguem prever fenômenos porque não compreendem a relação dessa regularidade com os fenômenos astronômicos do dia a dia. Isso ocorre, segundo o autor, porque os sujeitos não possuem suficientes conhecimentos observacionais do movimento do Sol. Grande parte das representações sobre como ocorrem as estações do ano seguiram a forma apresentada na Figura 2.

Figura 2- Representação alternativa estações do ano



Fonte: Sebastià (2004, p.12).

Essa imagem caracteriza bem os problemas enfrentados por esse modelo: 1) Só há uma estação para toda a Terra em cada etapa de sua volta ao redor do Sol; 2) O eixo de inclinação varia; 3) Os raios solares já saem “inicialmente inclinados desde o Sol”. Quando os estudantes compreendem que a distância do Sol a Terra é ínfima para ocasionar diferenças de temperatura, esse modelo pode começar a sofrer rupturas.

Outro fato relevante são as festas de fim de ano, muito representativas para os habitantes do hemisfério Sul, uma vez que propagandas e imagens relacionadas ao natal fazem, em geral, referência a um clima frio. Esses elementos podem servir de base para problematizar os modelos alternativos que existem sobre a ocorrência das estações do ano.

Por fim, para Barrabín (1995, p. 235) “O fato de que muitos estudantes justifiquem verões e invernos pela rotação terrestre demonstram as dificuldades próprias do modelo”. É preciso, portanto, mais do que uma simples aula para poder compreender as estações do ano. Trata-se de uma construção complexa de relações espaciais e abstrações cada vez mais refinadas da realidade.

Desta forma, nossa pesquisa busca compreender como os professores constroem seus conhecimentos de Astronomia. Para isto, utilizamos o Método Clínico de Piaget, na tentativa de esmiuçar o pensamento do sujeito adulto a fim de visualizar padrões, ou modelos de significação, que possam auxiliar nessa compreensão da construção de conhecimento físico sobre a Astronomia. Entendemos que esse entendimento pode fortalecer a área da Educação em Astronomia, possibilitando a construção de um referencial teórico que permita novos investimentos em materiais e métodos para a formação inicial e continuada dos professores de Ciências da Educação Básica.

Segundo Piaget (1926, p. 10) “Uma vez que o Método Clínico já prestou grandes serviços em uma área em que, sem ele, tudo é desordem e confusão, a psicologia da criança faria muito mal em privar-se dele”, por nossa vez, diremos que a pesquisa qualitativa em educação em ciências pode vir a ganhar muito ao utilizar tal método de pesquisa com sujeitos adultos. Isso porque o Método Clínico tem como pressuposto metodológico a visão na qual a pesquisa é atravessada pelos aspectos subjetivos (do pesquisador e do pesquisado) (DINIZ, 2011) o que influencia muito na investigação do problema de pesquisa. Ou seja, ao utilizar o Método Clínico o pesquisador terá consciência de que:

Método Clínico que considera o processo e o produto que permitirá o exercício de nos colocarmos em duas posições: uma em que há mistura com objeto de estudo e uma outra posição em que observamos como ocorreu essa mistura, buscando descrevê-la objetivamente e não a escamoteando, como pretendem muitos teóricos (DINIZ, 2011, p. 12).

É graças a essa possibilidade de interagir de modo direto com o outro sujeito, parte de nosso estudo, é que o Método Clínico permite:

[...] apreender, ainda que parcialmente, os movimentos que perpassam a construção de um conhecimento, estando em parte, a serviço de crenças e valores, e de fantasias, nem sempre conscientes a priori (DINIZ, 2011, p. 13)”.

Nesse sentido podemos afirmar que o Método Clínico permite conhecer o pensamento do sujeito, revelando suas crenças e a ligação que elas têm com aquilo que nos diz durante uma entrevista.

O Sujeito Epistêmico e o Sujeito Psicológico na pesquisa com adultos

Nas investigações conduzidas por Piaget e seus colaboradores, buscava-se encontrar as características de um sujeito epistemológico, isto é, um sujeito universal. Trata-se da investigação das grandes categorias do pensamento, **aspectos estruturais**, tais como a construção das noções de Espaço, Tempo, Causalidade que dizem respeito às operações lógico-matemáticas universais de cada estágio do desenvolvimento.

Porém, quando nos propomos a estudar aspectos do pensamento do sujeito adulto, em geral, utilizando procedimentos de resolução de problemas, estamos buscando compreender os **aspectos funcionais** do raciocínio, ou seja, as formas pessoais de pensamento e ações particulares dentro das grandes categorias e dos estádios. São as pesquisas que buscam investigar, por exemplo, o grau de dificuldade de determinadas disciplinas, ou de determinados tipos de problemas com sujeitos adultos. Podemos utilizar também para compreendermos as concepções dos sujeitos adultos acerca de temas como formação profissional, desenvolvimento de sua profissão, planejamento de aulas etc.

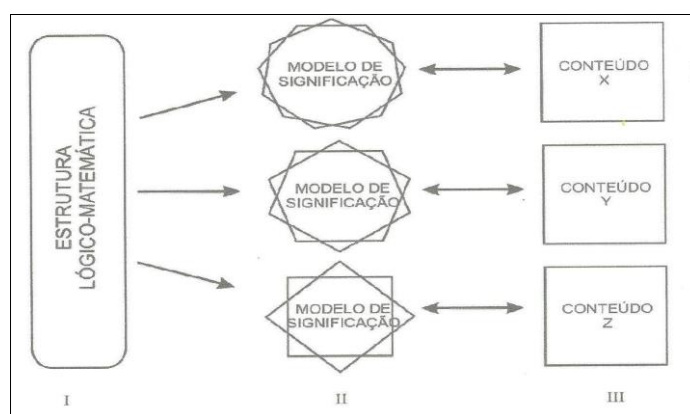
Nesse caso, a relevância estará no **Conteúdo**, ou seja, nas **especificidades** de cada conteúdo, dentro de uma estrutura lógica formal. Quando nos dedicamos ao estudo do pensamento ou das concepções de sujeitos adultos, inferimos que ele esteja situado no estágio operatório formal, mesmo aceitando que para uma ou outra atividade ele possa apresentar algumas características de algum estágio anterior. Então, quando analisamos os dados obtidos nas entrevistas clínicas com sujeitos adultos, não classificaremos seu pensamento em estádios,

mas como propõe Silva (2009a), podemos classificar seu pensamento dentro do conceito de modelos de significação.

Um modelo de significação é uma forma de organização dos significados em função da capacidade de responder aos problemas específicos [...] os modelos originam-se dessa relação entre conteúdos e estruturas e fornecem instrumentos pelos quais o sujeito pode interpretar a realidade e elaborar uma explicação (SILVA, 2009b, p. 15).

A Figura 3 ilustra a maneira pela qual podemos visualizar um modelo de significação. Todos têm uma estrutura lógico-matemática, a qual é responsável pela organização do pensamento e das ações frente aos estímulos do meio. No entanto, colocados diante de diferentes conteúdos, elaboramos diferentes modelos de significação, mais ou menos organizados conforme aquilo que nossos esquemas cognitivos conseguem interpretar do que nos é apresentado, colocando de outra maneira: “Em resumo, supõe-se que a significação elaborada pelo conjunto dos esquemas organiza-se sob a forma de modelo através dos quais é possível interpretar a realidade, atribuir-lhe sentido e elaborar meios de explicar as situações” (SILVA, 2009a, p. 27).

Figura 3- Modelos de significação



Fonte: Silva, (2009b.)

Para Delval (2002, p. 135), uma boa entrevista clínica é aquela:

Na qual se consegue que o sujeito se expresse livremente e nos comunique os aspectos básicos de seu pensamento que estão relacionados com o tema de nossos estudos, isto é, que nos fale do que nos interessa, mas sem fazer com que diga o que esperamos.

É um delicado e tênue ir e vir na fala do sujeito, buscando que ele expresse melhor aquilo que pensa. Isso ocorre tanto na entrevista com experimentos quanto na entrevista sem experimentos.

O experimento torna-se importante na entrevista clínica uma vez que possibilita, pela ação, (mental ou física), que o sujeito expresse melhor suas compreensões acerca do tema que estamos investigando. Numa entrevista apenas falada, pode ocorrer que o sujeito apenas descreva situações ou emita opiniões, nem sempre expressando o que realmente pensa sobre o assunto. Por isso é recomendável que, sempre que possível, se pense em provas práticas que levem o sujeito entrevistado a interagir com o material a fim de obter melhores resultados.

Segundo Delval (2002, p.145): existem dois tipos de perguntas em uma entrevista clínica: “Poderíamos distinguir dois tipos de perguntas: as que podemos chamar de *básicas*, que são as que fazem parte do roteiro, e outras *complementares*, para esclarecer o que o sujeito diz e entender seu sentido” (*grifos do autor*).

As perguntas básicas são iguais para todos os sujeitos que participarem da pesquisa, já as perguntas complementares serão feitas conforme as respostas dadas por cada sujeito, isto é, não serão perguntas elaboradas previamente, mas no decorrer da entrevista clínica. É importante que sejam feitas depois que todas as perguntas básicas já tiverem sido respondidas. Assim, as perguntas complementam-se e a análise pode ser facilitada pelo detalhamento feito nas perguntas complementares.

Resultados e discussões

Apresentamos a seguir os resultados obtidos da análise dos protocolos aplicados com os professores de Ciências da Rede pública de um município do Oeste paranaense. A pesquisa foi realizada durante o ano de 2018 pelos integrantes do projeto de pesquisa *Educação em Astronomia Básica no Ensino Fundamental*, em andamento na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Inicialmente elaborou-se um protocolo piloto para testar a validade das questões construídas, bem como, dos instrumentos práticos a serem utilizados nas entrevistas. O protocolo foi desenvolvido por meio das leituras realizadas nos encontros do projeto. O modelo concreto usado nas entrevistas foi construído com bolinhas de isopor de diferentes tamanhos, representando o Sol, a Terra e a Lua (fora de escala). O resultado da aplicação do protocolo piloto levou ao aperfeiçoamento das questões, especialmente com relação as estações do ano, e o uso dos modelos concretos nas entrevistas. A partir disso a pesquisa passou por aprovação do comitê de ética em pesquisa e assim realizamos as entrevistas que compõe este artigo no segundo semestre de 2018.

Quem foram nossos sujeitos entrevistados?

Os professores entrevistados estão caracterizados no Quadro 1 a seguir. Iniciamos a numeração dos protocolos em 05 porque os protocolos anteriores (Piloto) utilizaram a numeração de 01 a 04. De modo geral, os docentes possuem muita experiência em sala de aula, e a maioria possui alguma pós-graduação. Um dado que chama atenção, porém, é que metade dos professores possuem pós-graduação, especializações ou mestrado em área bem distinta da área da Educação ou da área de Ensino. Isso pode, de certa forma, caracterizar uma mudança no perfil do professor que está em sala de aula atualmente, especialmente com a formação inicial em Ciências Biológicas. Nossa hipótese é a de que, possivelmente, sua primeira opção de carreira não foi a sala de aula nem a escola, por

isso sua pós-graduação é feita em área distinta. Ou ainda, a carreira no magistério, em nível de carreira nos Estados e Municípios, não privilegia de alguma forma a pós-graduação na área de atuação, por isso qualquer pós-graduação pode ser contabilizada. Nossa intenção não é generalizar nem encontrar verdades absolutas sobre a formação continuada dos professores, no entanto este é um dado que chama nossa atenção.

Quadro 1 – Caracterização dos professores entrevistados

Protocolo	Formação Inicial	Formação continuada	Tempo de escola
01	Ciências e Matemática	Mestrado em ciências da Educação	38 anos
02	Ciências	Não Informado	Não Informado
03	Ciências e Matemática	Não possui	3 anos
04	Ciências Biológicas	Não possui	8 anos
05	Ciências Biológicas	Não possui	3 anos
06	Ciências Biológicas	Especialista em educação especial e artes	9 anos
07	Ciências e Matemática	Especialista em Psicopedagogia	10 anos
08	Matemática	Não possui	12 anos
09	Ciências Biológicas	Pós-graduação em licenciatura	2 anos
10	Ciências Biológicas	Mestrado em parasitologia molecular	13 anos
11	Física, Ciências e Matemática	Pós-graduação (Não Informado)	10 anos
12	Ciências Biológicas	Mestrado em Engenharias de Pesca	10 anos
13	Ciências Biológicas	Pós-graduação em engenharia de produção	2 anos

Fonte: Dados dos autores (2018).

É possível perceber também, a partir dos dados do Quadro 1, que dos 13 docentes da disciplina de Ciências do município, 7 são formandos na área de Ciências Biológicas. Conforme apontam (PIMENTA, LIMA 2008, LANGHI, 2009, BARTELMÉBS, 2016) a maioria dos professores que ministra conteúdos de Astronomia na escola de Educação Básica não possui formação nessa área. Isso geralmente implica em uma precária formação inicial que o capacite a trabalhar questões de Astronomia com seus alunos devido a sua formação inicial, geralmente, não contemplar essa temática.

Ao realizarmos um levantamento de dados sobre os currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas na região Oeste do Paraná, percebemos que não existe na grade curricular das Universidades Públicas, nenhuma disciplina obrigatória sobre conteúdos de Astronomia. Na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, existe uma disciplina obrigatória, para quem optar pela Licenciatura em Física, de Astronomia Básica, e uma disciplina optativa de Educação em Astronomia, ofertada em conjunto com outras licenciaturas do mesmo Setor.

Como a entrevista foi realizada

As entrevistas foram realizadas em um ambiente selecionado junto à equipe pedagógica das escolas envolvidas. De modo geral utilizou-se a hora-atividade dos professores e as entrevistas ocorreram na sala dos docentes ou ainda na biblioteca escolar. As entrevistas tiveram duração de aproximadamente 60 minutos e foram gravadas, com a autorização dos participantes. O protocolo utilizado pode ser consultado no Apêndice 1 deste artigo.

Dos modelos de significação encontrados

Ao todo, foram encontrados três grandes modelos de significação, que são utilizados pelos professores para compreenderem os conteúdos das estações do ano conforme quadro 2.

Quadro 2 – Distribuição dos modelos entre os professores

Estações do ano		
Modelo	Protocolos	Total
Modelo inicial	5, 6, 12, 17, 15	5
Modelo intermediário	7, 11, 14, 16, 8, 13	6
Modelo Complexo	9, 10	2
Total		13

Fonte: Dados dos autores (2018).

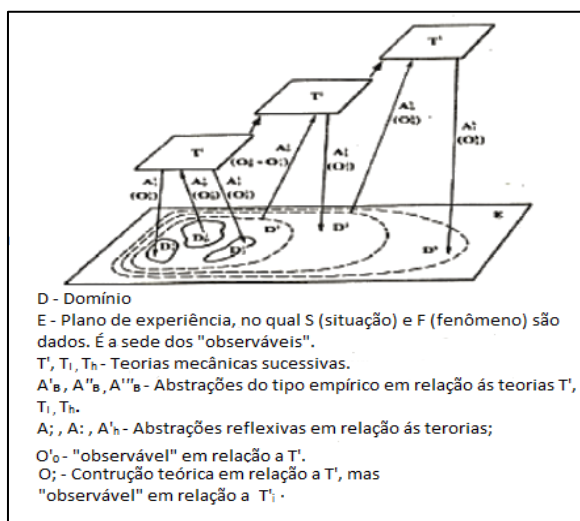
Existe um ponto principal em comum em todos os conteúdos que envolvem a Astronomia no que diz respeito a sua compreensão de acordo com os resultados da nossa pesquisa. É a necessária a superação, via abstração reflexionante (PIAGET, GARCÍA, 2011) da visão geocêntrica que construímos, a partir da nossa perspectiva como observadores cujo ponto de partida é a Terra, bem como a necessidade de construir uma noção na qual a Terra é um corpo cósmico (NUSSBAUM, 1979). Sem a capacidade de projetar-se fora da Terra para “visualizar” os movimentos dos astros, é muito difícil que uma pessoa possa compreender como ocorrem os fenômenos das estações do ano, das fases da Lua e dos eclipses. E, além disso, para poder compreender outros fenômenos e conceitos da Astronomia, Astrofísica e Astronáutica é preciso que se conceba o universo descentralizado e heliocêntrico.

Mas como os sujeitos apreendem o real? Para Becker (1997, p.155):

O pensamento, frente à complexidade do real, em vez de abstrair por experiência física uma “ordem” existente neste real, incluindo por indução, toda a sua variedade, contrariamente, distancia-se do real, construindo, dedutivamente, a partir das ações e da coordenação das ações, um sistema infinitamente superior a qualquer “ordem”.

Ou seja, não precisamos necessariamente da ação física para podermos compreender o real. Esse processo ocorre pela abstração reflexionante, que, conforme ilustrado na Figura 4 a seguir, possibilita ao sujeito “descolar-se” do real (BARTELMÉBS, 2014), permitindo o uso de processos cognitivos mais abstratos e abrangentes, como é o caso do pensamento hipotético-dedutivo.

Figura 4 – Esquema demonstrativo da Abstração Reflexionante



Fonte: Piaget, García (2011, p. 285).

Nesse sentido, o papel da educação formal é o de permitir ao sujeito ampliar seu campo de experiências e o domínio sobre elas, a fim de ter cada vez mais capacidade de abstrações. É, portanto, a formalização do real que possibilita à estrutura cognitiva compreender mais e melhor o mundo que a cerca (BARTELMÉBS, 2014).

Em um estudo feito por Bartelmebs e Harres (2014), destacou seis conceitos principais que são necessários para que uma pessoa possa compreender a ocorrência das estações do ano, esses conceitos estão ilustrados na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Esquema de conceitos necessários para compreender as estações do



Fonte: Bartelmebs, Harres (2014).

Dessa forma, percebemos que há uma interrelação de conceitos e conhecimentos que o sujeito precisa construir, partindo da superação do egocentrismo “geocêntrico” de seu ponto de vista como observador da Terra. A partir disso, é possível estabelecer referências no espaço (LEITE, 2009), e com isso conquistar uma maior compreensão dos movimentos da Terra ao redor do Sol, bem como do movimento aparente do Sol no decorrer de um ano.

Modelos de significação sobre as Estações do ano: Modelo de Significação Inicial

Um primeiro modelo que classificamos foi denominado de Modelo de significação concreto. Os sujeitos que classificamos neste modelo de significação com relação a conteúdos de Astronomia não conseguem se “descolar” do nível

concreto para explicar os fenômenos em questão. No caso das estações do ano, sua compreensão limita-se a identificar as diferentes estações do ano, porém, não consegue estabelecer relação entre os movimentos da Terra ao redor do Sol e sua ocorrência. Vejamos a seguir alguns trechos das entrevistas que ilustram estes casos:

Entrevistador: Se a senhora fosse usar esse modelo aqui nosso, [modelo concreto] a gente vai tirar a Lua para não atrapalhar, como a senhora explicaria para eles como ocorre o verão no Brasil? Como que a senhora falaria para eles: quando é verão fica assim lá no espaço?

Protocolo 5: Verão, eu tenho dificuldade, por exemplo aqui está o espaço, o espaço todo está representado neste desenho aqui (referindo-se ao desenho que elaborou sobre as estações do ano), e o Sol para mim é muito grande para eu apresentar, eu já teria dificuldade em mostrar. Entendeu?

Entrevistador: Entendi, a senhora acha que pode confundir eles?

Protocolo 5: É. Por causa da questão de tamanho dessas bolas aí (referindo-se ao modelo concreto que utilizamos).

Entrevistador: Se a gente fosse trocar então, fazer de conta que ao invés desse grandão (bolsa representando o Sol), fosse mais parecido com a Lua (trocamos pela bola menor que representa a Lua), a senhora acha que ficaria melhor? Para eles assimilar então aqui é o Sol... (interrompido pela entrevistada).

Protocolo 5: Talvez, então e a gente sabe que esse aqui não pode ser tão maior que esse né, aí você... qual a questão mesmo? A questão é explicar o verão né?

Entrevistador: Isso.

Protocolo 5: Na verdade eu não sei explicar.

Inicialmente a professora sente-se incomodada com a representação em desenho, no qual ela fez apenas uma bolinha representando o Sol na folha. Ela relata que não acha que seja produtivo fazer um desenho por causa da escala. Depois, ao apresentar o modelo concreto ela se sente incomodada com o tamanho do Sol, que é muito maior que a Terra. Acreditando que isso possa estar interferindo na sua resposta, o entrevistador retira a bola maior e insere duas menores. Ao final, porém, a professora relata que não sabe explicar a ocorrência do verão no hemisfério sul utilizando um modelo de representação concreto. Pozo e Crespo (2009, p. 19) defendem que muitas vezes os alunos, e podemos dizer que alguns professores também: “[...] sabem fazer as coisas, mas não sabem o que estão fazendo e, portanto, não consegue explicá-las e nem as aplicar em nova situações”. Dessa forma, quando esses indivíduos se deparam com questões abertas, que envolvem reflexão e organização do pensamento, ou seja, aplicação do conteúdo científico em situações concretas, em geral, eles não conseguem obter resultados satisfatórios, como foi o caso da professora citada acima.

O que ela relatou que costuma trabalhar com seus alunos são as datas e as supostas características de cada estação do ano, conforme trecho a seguir:

Protocolo 5: Sobre as estações do ano, bom, nós trabalhamos o que, trabalhamos as datas, porque a gente não tem muito espaço, são aulas curtas, então você vai mostrar verão, primavera e outono quando inicia e quando termina, é o que ocorre na primavera flores, inverno frio e temperaturas baixas, o verão o que acontece no verão e outono também. Nós explicamos mais ou menos assim, então pelo menos a data e as quatro estações muito bem definidas.

No mesmo sentido que a docente (protocolo 6):

Protocolo 6: Verão, o Sol está aqui, em cima da Terra, para estar bem quente. Por causa disso.... seria o verão.

Entrevistador: Então o Sol estaria bem próximo da Terra para estar quente. E se fosse inverno?

Protocolo 6: Inverno... Ele tinha que estar mais distante e as nuvens cobrindo o Sol.

Entrevistador: E outono? Saberá me explicar como seria no outono ou na primavera?

Protocolo 6: Não. Por que você não me falou que era sobre Geografia, que eu dava uma estudada...

Houve um caso em que o professor não sabia a respeito do conteúdo das estações do ano, portanto, não conseguiu realizar nenhuma das atividades propostas conforme extrato a seguir:

Entrevistador: Você já ministrou alguma aula sobre as estações do ano?

Protocolo 12: Comenta-se só!

Entrevistador: Então, o que você sabe sobre as estações do ano? Como você explicaria para mim as estações do ano?

Protocolo 12: Ah... que a Terra vai girando né! Ao redor... e vai acontecendo as fases! Ou seja, as estações!

Entrevistador: A Terra vai rodar em volta do sol, e vai acontecendo as estações! E se você fosse e desenha-las pra mim, como você desenharia as estações do ano?

Protocolo 12: Desenhar as estações do ano?

Entrevistador: É...

Protocolo 12: Não.

Entrevistador: E assim, aqui no modelo, você saberia explicar alguma coisa? Vendo que estamos aqui no Brasil. Como aconteceria o verão aqui no Brasil?

Protocolo 12: De frente!

Entrevistador: De frente você quis dizer?

Protocolo 12: Pro sol... Desculpe por não saber responder suas perguntas.

Neste caso, o professor do protocolo 12, conforme Quadro 1, possui 12 anos de atuação na sala de aula, mas na área de sua formação, que é Matemática. Entretanto, o docente foi aprovado e convocado em concurso público para ministrar aulas de Ciências. Percebemos com essa entrevista que seus conhecimentos conceituais não lhe capacitam para atuar nesta área de modo satisfatório. Neste ponto é importante refletirmos sobre as áreas dos concursos para docente e a titulação que é exigida, a qual nem sempre é compatível com a área em que o professor irá atuar na escola.

A deficiência na formação de professores na área de Astronomia é discutida por (PIMENTA, LIMA 2008; LANGHI, 2009; BARTELMÉBS, 2016), segundo os autores, além da defasagem na formação inicial dos professores, poucos cursos com abordagens teórico-práticas sobre Astronomia são disponibilizados para que os professores possam atualizar-se. Assim, o docente não capacitado para a Educação em Astronomia durante a sua formação promove o seu trabalho educacional sobre uma base instável. E ainda, sua base pode provir das mais variadas fontes, desde a mídia sensacionalista até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação de concepções alternativas (LANGHI, NARDI, 2007).

O professor do protocolo 15 é Licenciado em Física, com habilitação em Ciências e Matemática. Em suas respostas percebemos uma tendência a utilização das Leis de Kepler para explicar a órbita da Terra e as distâncias percorridas por ela ao longo de um ano. No entanto, há ainda uma carência em seu modelo de significação para compreender de forma científica a ocorrência das estações do ano:

Protocolo 15: As estações do ano seriam aqueles dos períodos lá, por exemplo então, você tem... as estações do ano são divididas em quatro, então vai do que? vai da distância em que a Terra se encontra do Sol e conforme ela vai girando ela está mais próxima e quando ela está mais distante, então o que acontece? Quando ela está mais afastada encontra-se o inverno. Quando ela está em uma região ali intermediária você tem o outono. A primavera também, ali é uma ou a outra, ali intermediária, então quando está mais próxima, porém ela sempre vai varrer as mesmas áreas num mesmo período ali, nunca vai ter diferença ali também, por isso que elas são vistas estações bem definidas.

O foco de sua explicação está centrado na concepção alternativa do afastamento ou proximidade da Terra ao Sol durante sua órbita. Essa concepção é muito comum aparecer e já foi verificada nos estudos de (PARKER, HEYWOOD, 1998; LANGHI, NARDI, 2004; LIMA, TREVISAN, 2005). Mesmo quando confrontado com a diferença de temperaturas nos dois hemisférios do planeta, ele não se sentiu incomodado o suficiente para questionar seu próprio modelo de significação:

Protocolo 15: Conforme a Terra for varrendo as áreas aqui, tem períodos em que ela está mais próxima, tem períodos em que ela vai se afastar. Tem

períodos que ele vem se aproximando, daí ele passa por regiões intermediárias. Até ele voltar, dar o ciclo completo e voltar aqui.

Entrevistador: Vamos supor que hoje nós estivéssemos no verão, então o verão para a gente ficaria como?

Protocolo 15: Como assim, você está me falando?

Entrevistador: É o verão hoje aqui a gente está no hemisfério...

Protocolo 15: A gente está no hemisfério...

Entrevistador: Sul, né.

Protocolo 15: Aqui.

Entrevistador: Isso. Seria esta posição o verão?

Protocolo 15: É... não necessariamente.

Entrevistador: Aham. E o inverno?

Protocolo 15: O inverno teria que ser do lado oposto.

Entrevistador: Teria essa diferença então... da questão da distância, né. E como fica no Hemisfério Norte?

Protocolo 15: Quando a gente está no verão aqui, outras regiões do planeta, no hemisfério norte, está inverno lá.

Entrevistador: Aham.

Protocolo 15: Que por exemplo dezembro aqui, estamos no calor de rachar, e no hemisfério norte, os americanos, eles estão o que? Eles estão gelo puro lá.

A professora protocolo 17 relaciona as estações do ano aos seus aspectos físicos e climáticos, como geralmente se vê presente nos livros didáticos dos anos iniciais do Fundamental I:

Protocolo 17: Pra eles saberem certinho o nome de cada estação eu faria isso, pegaria a folha dividiria em quatro e colocaria primeiro verão o que é específico do verão o que mais aparece o Sol nunca sai de cena no verão

apesar de que tem alguns verões que chove bastante, mas geralmente não chove, então eu tenho o Sol eu tenho as nuvens, tem lá gente na praia desenharia um coqueirinho [...] ocorre muita chuva no outono, é nesse período que as nossas árvores vão trocar as folhas, elas vão começar a cair essas folha no outono também tem bastante vento, [...] no inverno é a época que a gente tem que estar mais agasalhado, não aparece tanto o Sol quando ele aparece os raios não são tão quentes eles são mais frios, aí já desenharia um bonequinho de neve aqui, [...] a primavera é a estação mais bonita do ano porque as árvores já começam ter as suas folhas de novo, já começam a dar os seus frutos e muitas flores, bem colorido.

Com relação ao uso do modelo concreto, ela confirmou suas concepções sobre as estações do ano, não conseguindo problematizar a questão das diferenças entre os hemisférios, caracterizando essa diferença, aparentemente, como sendo idêntica a questão da rotação da Terra e do dia e da noite:

Protocolo 17: O verão né, aqui tá o Sol e aqui está a Terra ela tem que estar inclinada conforme ela vai estar virando aqui né fazendo seu movimento de rotação, eu acredito que assim as estações do ano não vai mudar muito esse modelo, porque o Sol ele aparece em todas, praticamente ele só não aparece muito no outono eu acredito que assim, conforme esse movimento de rotação que dá o dia e á noite os raios solares vai pegar numa parte do planeta, então conforme vai virando, se hoje aqui é dia e lá no Japão é noite as estações do ano também acontece isso , porque la é inverno se não me engano, aqui é outono lá é primavera agora, eu tenho até uma prima que tá no Japão ela postou alguns vídeos esses dias tá tudo florido, então eu acredito que isso ocorre também não tem muita essa mudança aqui vai continuar fazendo o movimento normal aqui só vai interferir nas estações

do ano conforme vai girando rotação também oh porque é onde os raios solares vai pegar.

Nesse sentido, percebemos que o modelo de significação da professora protocolo 17 está difuso e apresenta informações contraditórias que ainda não refletem um bom entendimento de como ocorrem as estações do ano de acordo com uma concepção científica do fenômeno.

Modelos de significação sobre as Estações do ano: Modelo de significação intermediário

Neste modelo situam-se os sujeitos que representam as estações do ano utilizando-se de um desenho da Terra solta no espaço, porém, alguns ainda defendem que é a distância entre a Terra e o Sol que causam as estações do ano (verão e inverno). No entanto, em algum momento da entrevista conseguiu reorganizar o pensamento com relação a esse tópico da distância. Apresentaram ainda certa dificuldade com o modelo concreto para representar as estações do ano, conforme trechos a seguir:

Entrevistador: Como você demonstraria para seus alunos a ocorrência das estações do ano usando nosso modelo concreto?

Protocolo 7: Porque a gente vai girando aqui (referindo-se à bola que representa a Terra), aqui no Brasil... Você vai mostrando que é conforme a Terra, vai girando...

Entrevistador: Então vamos supor que seja verão ainda, como ficaria a Terra nessa demonstração?

Protocolo 7: Eu já fiz aqui, mas não lembro mais... É que a Terra virada para o Sol está pegando menos luz né, porque está saindo. Então a luz solar aqui já tá... diminuindo.

Entrevistador: E o inverno se o Sol agora tá diminuindo, como no inverno estaria o Sol?

Protocolo 7: Está mais para o norte, aqui na linha do equador que ele vai estar.

Entrevistador: Então no caso do inverno estaria, o Sol estaria um pouco mais...

Protocolo 7: Na linha do equador.

Entrevistador: Então no verão estaria um pouco mais para cima ou para baixo da linha?

Protocolo 7: No verão? Mais para baixo. Por que o enfoque da luz do Sol seria maior nessa região.

Para a professora Protocolo 7, não foi difícil utilizar o modelo concreto para explicar a posição aparente do Sol durante as estações do ano, embora ela não tenha de fato feito toda a rotação e explicado com detalhes a ocorrência das estações do ano. Seu modelo de significação engloba o movimento aparente do Sol e a implicação de que no verão o Sol, aparentemente, situa-se mais ao Sul e no inverno mais ao Norte, o que é explicado pela diferença de “enfoque” da luz solar no hemisfério Sul ao longo de um ano. Neste caso é possível verificar a superação, da visão geocêntrica/ egocêntrica do Universo (PIAGET, GARCÍA, 2011):

Protocolo 8: Eu vou explicar da maneira que eu sempre explico em sala de aula para os meus alunos.

Para que ocorra as estações do ano o planeta Terra tem que fazer o movimento de translação! E o que seria este movimento de translação? O planeta vai girar em torno do Sol, e conforme ele vai girando ele vai fazer a sua órbita, vai mudando a luminosidade do planeta Terra, então assim vai

acontecendo as estações do ano! Primavera, verão, outono e inverno! E isso ocorre de cada três em três meses!

Entrevistador: Você poderia desenhar como que ficaria no espaço?

Protocolo 8: Sim! (Após desenhar, explica:) Seria a Terra girando em torno do Sol, e este movimento demora 365 dias para ocorrer. Na fala mais exata seria 365 dias, mas ainda temos uns quebrados né...

Entrevistador: Tem alguma coisa que você queira acrescentar no desenho?

Protocolo 8: Não... Ah, talvez colocar o eixo! Vou colocar aqui, fica mais inclinado e tal!

O professor Protocolo 8, apesar de conseguir representar as estações do ano utilizando o desenho, e de conseguir organizar uma explicação para esse fenômeno, neste momento, não utiliza o eixo de inclinação da Terra. Ele o representa ao final do desenho, mas inicialmente isto não fez parte da sua explicação para a ocorrência das estações do ano. Vejamos um trecho da sua entrevista quando é convidado a utilizar o modelo concreto:

Protocolo 8: Então vamos dar uma posição ao Sol né, no nosso sistema solar, e o planeta Terra então, girando em torno do Sol. Dependendo da sua locomoção, nós temos uma linha do equador com maior luminosidade, então esta região com mais luminosidade, a gente quase não percebe esta mudança das estações do ano. Nas regiões mais afastadas, no superior ou inferior, por conta do eixo de inclinação da Terra.

Entrevistador: E como seria o verão?

Protocolo 8: Nós estamos no verão e mudamos de estação agora, de outono. E logo agora em 20 de março dependendo do ano as vezes 21 de março.

Entrevistador: Como seria representado, como ficaria a posição da Terra para representar o nosso verão hoje?

Protocolo 8: O nosso verão vai estar, um pouco mais centralizado.

Entrevistador: Agora o inverno, para nós como ficaria

Protocolo 8: Durante o dia ocorre o movimento de rotação, certo? E eu acredito que ele (referindo-se ao Sol) vai ficar em uma posição mais acima (da linha do equador da bola que representa a Terra). Entrevistador: Então o nosso verão ficaria em que posição?

Protocolo 8: O nosso verão ficaria no centro da Terra. E na posição mais elevada. O Sol vai estar aqui... Ou elevado... como eu posso falar? No inverno o Sol vai estar em uma posição mais baixa. Porque ele vai pegar menor quantidade de luminosidade e ao contrário ele vai pegar mais luminosidade no verão.

Neste caso, o modelo de significação do sujeito Protocolo 8, assim como Protocolo 7, apresenta a noção de movimento aparente do Sol, mas surge um elemento a mais em sua explicação, insere, mesmo que de forma incipiente, o eixo de inclinação da Terra. Porém, ainda não centraliza sua explicação da ocorrência das estações do ano no fato de a Terra estar inclinada com relação a sua órbita ao redor do Sol.

Protocolo 11: Eu trabalho muito com o planetário então eu vou mostrando para eles as estações, cada época que começa, como que se coloca cada estação. Que os dias, como no outono, os dias são iguais e na primavera, no verão os dias são mais longos e as noites são mais curtas, no inverno as noites são mais longas e os dias são mais curtos. Aí eu mostro no planetário como é que acontece o inverno, por que acontece, por que o Sol incide menos no Brasil e incide mais nos Estados Unidos e na Europa, que lá daí é verão, daí eles sempre questionam: professora mas como que é verão, daí eu falo, por que a Terra gira e o eixo dela se posiciona conforme ela vai girando e vai mudando (as estações).

A professora protocolo 11 consegue, a partir de seu modelo de significação, compreender a importância do eixo de inclinação na variação da incidência dos raios solares na Terra e sua consequência para as estações do ano. Ao utilizar o material concreto, porém, sua resposta fica um tanto dúbia com relação ao seu entendimento da direção do eixo de inclinação da Terra:

Protocolo 11: Mais ou menos isso daqui digamos assim. Tá, verão, o eixo da Terra está mais inclinado, o Sol incide mais na parte do hemisfério sul. Daí eu falo para eles que é mais no Brasil, assim eles entendem melhor, o palavreado a gente sempre tenta falar de forma que entendam. Aí conforme a Terra vai girando, o eixo fica mais reto e ela fica em uma incidência menor que não tem tanto calor, né, não é tão de pé assim, é um pouquinho mais inclinado, que ela vai girando, né. Daí vai incidir mais o Sol no hemisfério central, na parte central do equador, aí a parte do Brasil vai ter menos incidência dos raios solares, então vai estar em outono, vai estar indo para o inverno, daí ele vai virando até que o eixo da Terra fique totalmente virado, aí bate bem pouco os raios solares no hemisfério sul.

Apesar de conseguir explicar a diferença de incidência dos raios solares, ainda não conseguiu perceber que ao modificar a direção do eixo de inclinação da Terra, as estações do ano seriam perpetuamente sempre as mesmas nos dois hemisférios. Isto é, variando a inclinação (conforme a explicação da professora), ao fazer o movimento completo ao redor do Sol, sempre seria verão ou sempre seria inverno em um dos hemisférios.

Como exemplo de modelo intermediário, com características que também tendem ao modelo inicial, temos a professora do protocolo 13. A professora

explica a ocorrência das estações do ano utilizando-se de uma concepção alternativa bem conhecida sobre a proximidade e a distância da Terra ao Sol durante sua órbita no decorrer de um ano:

Protocolo 13: Seria na verdade a parte da órbita lá da Terra, quando ela estivesse mais próxima do Sol seria o verão e conforme ela vai se afastando a posição que ela faz durante o movimento de translação.

Entrevistador: Sim...

Protocolo 13: Daí seria meio oval né então o Sol está aqui (apontando para o desenho que fez) e a Terra está aqui daí aqui seria mais ou menos o verão e daí quanto mais distante né seria mais ou menos assim.

Porém, ao utilizar o material concreto, a professora insere a inclinação do eixo da Terra e a variação da luminosidade recebida pelo Sol devido a essa inclinação:

Entrevistador: Agora vamos pegar aqui nosso modelo prático. Gostáramos que você demonstrasse como seria as estações do ano utilizando esse modelo prático.

Protocolo 13: É no caso o Sol ficaria aqui, então o verão ficaria um pouco mais perto, aí ela vinha girando aqui vinha para cá, daí eu acho que a órbita é meio oval, não sei eu tenho essa ideia porque para o inverno dizem que ele está mais distante que na inclinação da Terra não pega tanta luminosidade, então seria o inverno daí ela vem girando daí entra a primavera daí chega no verão de novo.

Quando, ao final da entrevista, lhe apresentamos um vídeo de uma reportagem de um canal da televisão aberta, na qual a imagem da ocorrência das estações do ano é ilustrada pela distância e proximidade da Terra com relação ao

Sol, a docente protocolo 13 achou-o interessante. Ela levantou novamente a questão da inclinação do eixo da Terra e da luminosidade recebida pelo Sol, conforme trecho a seguir:

Protocolo 13: Bom ele (referindo-se ao vídeo utilizado no final da entrevista) é bem explicativo mesmo, eu acho que eu não fugi tanto da explicação só esqueci de falar da parte da luminosidade né como ele fica mais distante vai ser bem menos luminosidade né e a parte dos hemisférios que ela falou que eu não comentei eu acho que é por causa da inclinação também né.

No entanto, como podemos perceber, a professora não questiona a veracidade da informação do vídeo, apontando que sua própria resposta não está incorreta, mas talvez incompleta. Por esse motivo ela foi classificada como possuindo um modelo de significação intermediário, mas diríamos que em construção. Com perguntas mais pontuais e talvez uma melhor problematização da questão da inclinação do eixo da Terra, possivelmente as certezas de suas respostas seriam substituídas por dúvidas e isso possibilitaria a ressignificação desse modelo.

A professora do protocolo 14 demonstrou possuir conhecimentos bem desenvolvidos sobre a ocorrência das estações do ano. Formada em Ciências Biológicas Licenciatura, ela possui Mestrado em área específica, mas comentou que na graduação fez parte de um grupo de estudos sobre Astronomia.

Protocolo 14: Bem. Então as estações do ano. Primavera, verão, Outono e inverno tem relação com o movimento translacional da Terra. Onde a Terra vai girar e nesse movimento em que a Terra vai estar modificando seu ângulo. Parte dos Hemisférios são iluminados de maneira distinta, ori-

ginando as estações do ano. Então quando nós temos primavera, no hemisfério sul, nós teremos no hemisfério norte o outono. Verão no hemisfério sul, inverno no hemisfério norte, de forma que as estações do ano são distintas em várias regiões do planeta. No 6º ano você tem que ser muito simples né. Para poder atingir eles. Por que não é fácil astronomia. Para gente também não é fácil.

Ao utilizar o modelo concreto, a professora do protocolo 14 também conseguiu obter êxito na tarefa, ela demonstrou a órbita da Terra ao redor do Sol no período de um ano, demonstrando as diferenças que ocorrem devido ao eixo de inclinação para que haja diferentes estações do ano:

Entrevistador: E como você explicaria então utilizando nosso modelo as estações do ano?

Protocolo 14: Então aqui no Brasil nós temos o mesmo eixo (referindo-se à inclinação do eixo da Terra). Recebendo totalmente a luz solar. Então vamos ter em nosso país, embora varie tanto o tempo né, de região para região. Mas então, a inclinação da Terra em relação ao Sol, aqui fica total. Então nós temos no nosso país o verão. A Terra está girando... e ficando parcialmente encoberta pela luz solar, originando assim a primavera, aí quando é totalmente é verão... E praticamente com pouca iluminação é o inverno.

O professor do protocolo 16 também alterou sua própria resposta, o que demonstra que seu modelo de significação para as estações do ano está muito mais centrado nas repostas científicas do que nas concepções alternativas:

Protocolo 16: As estações do ano, então em relação a inclinação do planeta né, e seu movimento de translação em torno do sol, ao redor do sol, então

dependendo da posição do planeta ao redor do sol e da inclinação do planeta, nós temos uma configuração, especialmente nos trópicos! Porque na região do equador, esta diferença é pouco vista! Então é, de certa forma, de certa maneira, quando, o planeta está aí... é, em uma região mais próxima do Sol, nós temos a estação do verão! Não! Aliás a inclinação do planeta né, quando a região do planeta está inclinada em direção do Sol, nós temos o verão! E do outro lado do trópico, então, em relação a isso seria inverno! Então essa relação, desta questão das estações do ano está bem relacionada com a inclinação do planeta e a posição que ele se encontra nesse sistema!

O professor conseguiu reestruturar sua resposta enfatizando a importância da inclinação do eixo da Terra para a ocorrência das estações do ano. Mas ainda sustenta que há uma correlação entre a distância da Terra ao Sol quando afirma que “dependendo da posição do planeta” e mais adiante: “e a posição que ele se encontra nesse sistema”. Trata-se ainda de uma explicação híbrida para o fenômeno.

Como aponta Sebastião (2004), de modo geral, podemos associar a falta de reconhecimento das regularidades e simetrias no movimento do Sol durante o ano, como uma das principais dificuldades dos sujeitos representantes do modelo de significação intermediário para explicar as estações do ano, pois como demonstramos nos trechos das entrevistas acima, vários professores possuíam conhecimento sobre a o eixo de inclinação da Terra e mesmo assim não conseguiam abandonar completamente concepções alternativas sobre a ocorrência do fenômeno.

Modelos de significação sobre as Estações do ano: Modelo de significação complexo

Este último modelo é caracterizado pelo conhecimento científico da ocorrência das estações do ano. Há o reconhecimento do eixo de inclinação da Terra e plena capacidade de utilização dos modelos de representação em desenho e com modelos concretos para explicar a ocorrência das estações do ano. Dessa forma os sujeitos possuem domínio dos seis conceitos principais que são necessários para que uma pessoa possa compreender a ocorrência das estações do ano destacados por Bartelmebs e Harres (2014).

A professora Protocolo 9 apresenta em seu modelo de significação a importância do movimento de rotação da Terra ao redor do Sol para explicar as estações do ano. Ela também apresenta a diferença de incidência dos raios solares ao longo do ano, mas não apresenta ainda o eixo de inclinação da Terra em seu desenho. Vejamos sua explicação utilizando o material concreto:

Protocolo 9: Então eu diria que aqui seria o verão a incidência do Sol bem grande aqui. A Terra ficaria com o Brasil com a posição que a gente mora posicionado de frente para o Sol, aí conforme o movimento de rotação e de translação vai acontecendo a gente vai saindo aqui do foco total do Sol e vai deixando de ter a incidência de tanto Sol.

Entrevistador: E no inverno como seria?

Protocolo 9: No inverno a gente estaria recebendo muito pouco Sol, o que torna os dias mais curtos e tal devido ao movimento de rotação de 365 dias. Pera aí..., mas como o movimento de translação são 365 dias e o movimento de rotação são as 24 horas, mas então tem uma movimentação aqui...

Entrevistador: Então vamos supor que aí é o nosso verão, seria verão aqui no Brasil e lá nos Estados Unidos seria qual estação?

Protocolo 9: Estaria de noite, porque em alguns lugares é tão frio o tempo todo... pois é não sei.

Após essa explicação, os entrevistadores apresentam um vídeo que é utilizado com a finalidade de perceber se o entrevistado deseja complementar suas respostas ou se irá conseguir compreender algum equívoco no vídeo. No caso de Protocolo 9 esse vídeo suscitou as seguintes questões:

Protocolo 9: A Terra se distancia continua o movimento de rotação que vai formar os dias e as noites, então é o distanciamento da Terra que vai causar as estações. OK, mas porque no hemisfério norte vai ser verão? É impressão minha ou tem um círculo aqui que o Sol está se posicionando de forma diferente ali dentro, não sei se você percebeu isso? (Dá play no vídeo novamente) da impressão que o posicionamento do Sol foi alterado não sei agora.

Entrevistador: Ah sim, entendi, tem um certo caminho ali que o Sol percorre

Protocolo 9: Sim a elíptica ali em volta do sol, daí eu fiquei pensando, dá a impressão de que esse posicionamento do Sol está alterado.

Entrevistador: Seria o movimento onde a Terra passaria né, você acha que isso tem influência sobre as estações do ano?

Protocolo 9: Sim o distanciamento porque ali o Sol aqui está mais próximo, aqui se distanciou, beleza, mas assim, eu juro que eu não sei o porquê do Sol se distanciar. Foi o Sol que se distanciou ou foi a trajetória da Terra que foi mudada... Eu achei estranho a informação eu não compreendi a questão do norte ser outra estação, como a gente teria uma outra estação no mesmo país, verão é verão para todo mundo.

Entrevistador: Mas acho que o vídeo quis dizer América do Norte.

Protocolo 9: Pois é eu não entendi, porque ela disse assim que está chegando o inverno e a aí ela diz que no Norte (Dá play no vídeo novamente). Ah é hemisfério, então pera aí, é a inclinação! Entendi! Então há uma inclinação da Terra que faz com que a gente tenha menos luminosidade.

Entrevistador: Você saberia representar para gente essa inclinação da Terra?

Protocolo 9: A inclinação eu penso que seria a distância, como a gente pega menos luminosidade e no Norte pega mais, provavelmente ela estaria assim em relação ao Sol.

Entrevistador: Então nesse caso aí seria verão ou inverno aqui no Brasil?

Protocolo 9: Seria inverno porque ela diz que no Sul seria inverno e no Norte seria verão então com esse posicionamento teria uma incidência maior de luminosidade na parte superior e menor na parte inferior.

Entrevistador: E caso fosse verão no Brasil como ficaria?

Protocolo 9: Seria assim, o posicionamento do eixo estaria posicionado assim e estaria ao contrário, luminosidade maior no Sul e no norte menor.

Protocolo 9 foi a primeira a reestruturar seu pensamento durante a entrevista a partir da problematização do vídeo. Como vimos na sua explicação do desenho e com o uso do modelo concreto, ela estava próxima da explicação causal das estações do ano, porém lhe faltava a compreensão da inclinação do eixo da Terra. Mesmo que inicialmente seu modelo de significação estivesse muito próximo ao modelo intermediário, ela conseguiu dar um salto na explicação ao final da entrevista para compreender a implicação do eixo de inclinação da Terra na explicação de todo o fenômeno.

Outro docente classificado neste modelo é o protocolo 10:

Protocolo 10: Bom a gente explica sobre as estações do ano, como elas acontecem através do movimento de translação. Que elas vão variar de três em três meses. Daí a gente explica da data até que data, como acontece dentro da órbita. Que é uma órbita que vai acontecer elíptica. Não é redondinha. E também como vai estar a Terra nesse sentido. Então aí que a gente vai falando para eles a incidência do Sol, onde vai “bater”. A gente coloca a linha do equador. A gente fala a incidência do Sol está batendo na região da américa e tal no sul. Daí a gente vai girando o globinho. Vai mexendo com o Sol. Geralmente utiliza um enfoque desses.

Apesar de ter uma boa explicação para a ocorrência das estações do ano, o professor protocolo 10 não conseguiu desenhar essa representação argumentando que prefere em sala de aula utilizar algum software que simule as estações do ano. Vejamos como ele representou isso no modelo concreto:

Protocolo 10: Bom. A inclinação... hoje temos inverno nos Estados Unidos. Agora estaria mais ou menos neste sentido, onde o Sol está batendo com intensidade maior no sul e no norte menos. Então seria nesse sentido. Aí conforme vai acontecendo.... a gente (referindo-se ao hemisfério sul) vai indo para o inverno. Aí vai acontecendo nesse sentido... onde a intensidade do Sol é maior e assim a gente vai falando do movimento. Que acontece e vai acontecendo a cada três meses. Geralmente eu divido em 12... pego 12 dividido em 3 para que eles vão sabendo a parte da matemática.

Entrevistador: Poderia demonstrar um movimento completo em volta do Sol demonstrando as estações do ano para gente?

Protocolo 10: Assim seria inverno para nós... desculpe... seria inverno nos Estados Unidos e no Brasil seria verão.

Entrevistador: O sol estaria batendo bem direto?

Protocolo 10: Aí para nós a Terra estaria mais próxima. É isso que eu sempre tenho que lembrar. A aproximação no movimento que faz ... aproximação. Na verdade, quando está mais longe, aqui ele está mais longe. Nesse sentido ele estaria mais perto. Daí daria para você trabalhar outono ou inverno. Aí você pode trabalhar também quando ele está um pouquinho mais.... Na primavera vai ser uma estação mais amena... a gente vai estar neste sentido... primavera.... daí verão...daí inverno e outono.

Entrevistador: Então quando for inverno no Brasil estaria como?

Protocolo 10: A inclinação do nosso planetinha... e daí a gente estaria mais longe... e a incidência do Sol mais pro norte... não no sul.

O modelo de significação do professor protocolo 10 inclui o eixo de inclinação da Terra como ponto central para compreender a ocorrência das estações do ano. Quando ele se refere, em sua explicação, ao fato de a Terra estar mais próxima, ou distante do Sol, ele está se referindo a própria inclinação do eixo e não à órbita da Terra ao redor do Sol. Seria então a diferença de incidência dos raios solares que provocaria as diferenças das temperaturas e características das estações do ano.

Considerações Finais:

Com relação as estações do ano, do total de professores entrevistados, temos cinco representantes do modelo de significação inicial, seis do modelo de significação intermediário e dois do modelo de significação complexo. Não percebemos uma correlação direta entre a formação inicial do professor e seu modelo de significação, por exemplo, em nossa amostragem, tivemos professores com formação em Física e Ciências que não possuem ainda um modelo complexo de significação para as estações do ano. Por outro lado, tivemos professores com formação inicial em Ciências Biológicas que possuem modelos de significação mais complexos para explicarem esse conteúdo.

Percebemos que há uma grande falha na formação inicial dos professores de Ciências do Ensino Fundamental. Todos os docentes entrevistados relataram que não tiveram disciplina de Astronomia ou Educação em Astronomia em suas graduações. Isso impacta diretamente na forma como o professor ministra suas aulas, bem como na segurança em que terá para abordar esse tema em sala de aula. Além disso, pode influenciar nas fontes de pesquisa do professor, que talvez, por não conhecer muito bem o conteúdo, acabe por escolher um material que reforce uma concepção alternativa.

Enfatizamos que nossa pesquisa não tem o caráter de classificar os professores de Ciências, nem de medir seus conhecimentos. Nossa intenção é a de compreender como os professores dão sentido para os conteúdos de Astronomia presentes no currículo escolar e de que forma conhecem esses conceitos. Esse conhecimento epistemológico é de grande importância para uma real mudança didática (BARTELMÉBS, 2016). Os níveis retratados neste trabalho dizem respeito a nossa interpretação dos dados coletados, com base na epistemologia Genética e no Método Clínico Crítico. Esperamos que possam ser derivados desta pesquisa alguns dados importantes para repensarmos a formação inicial dos professores de Ciências, bem como as políticas de contratação de professores e sua formação continuada.

Por fim, o objetivo maior deste artigo é o de demonstrar o quanto já alcançamos na área, mas o quanto ainda há por avançar, pois, seria desejável que todos os professores de Ciências do Ensino Fundamental, estivessem com seus modelos de significação próximos do modelo complexo para que então pudessem avançar ainda mais em direção à novos conhecimentos da Astronomia.

Referências

BARTELMEBS, Roberta Chiesa. **Educação em 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. Tese (Doutorado) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BARTELMEBS, Roberta Chiesa. Psicogênese e história das ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.16, n. 02, p. 147-165, mai/ago, 2014.

BARTELMEBS, Roberta Chiesa. **O Educação em Astronomia nos anos iniciais**: reflexões produzidas em uma comunidade de prática. 2012, 119 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da vida e saúde, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2012.

BARTELMEBS, Roberta Chiesa. O que pensam as crianças sobre o Sistema Solar e como incluir essas ideias nas aulas de ciências. In: SILVA, João Alberto; BARTELMEBS, Roberta Chiesa (org.). **Pesquisas e práticas para o ensino de ciências nos anos iniciais**. Editora CRV: Curitiba, 2014.

BARTELMEBS, Roberta Chiesa; HARRES, João Batista Siqueira. Um estudo inicial sobre o que é preciso saber para compreender as estações do ano. In: **Anais III Seminário Internacional em Educação em Ciências**. SINTEC. Rio Grande, 2014.

BARRABÍN, Manoel J. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo sol-tierra. In: **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n 2, p. 227-236, 1995.

BECKER, Fernando. No princípio era a ação! Ação, função simbólica e inteligência emocional. *Pátio*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 22-24, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília, DF, 2017. Disponível: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio> >. Acesso em: nov. de 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

CANIATO, Rodolpho. **Com ciência na educação**: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência. Campinas: Papirus, 1987.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHEN, André. **Ideas científicas em la infancia y la adolescencia**. Madrid: Editora Morata, 1999.

DELVAL, Juan. **Introdução à prática do Método Clínico**: descobrindo o pensamento das crianças. Porto Alegre: Art med, 2002.

SHAPIRO, Irwin; WHITNEY, Charles; SADLER, Philip; SCHNEPS, Matthew. A private Universe (Documentary) Produced by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. 1987. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=TrXaQu_qGeo> Acesso em Fev, 2019.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

LANGHI, Rodolfo. **Ideias de senso comum em astronomia**, 2004. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.rlangi.pdf>>. Acesso em Fev. 2014.

LANGHI, Rodolfo. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos em ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LEITE, Cristina; HOSOUME, Yassuko. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em Educação em Astronomia. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n 3, p. 797 – 811, 2009.

LIMA, E.; TREVISAN, R. H. Representações dos professores de ciências do ensino fundamental sobre as estações do ano. In: **Encontro latino americano de educação em Astronomia** (ENPEC), 5., Bauru: 2005. Atas... Bauru: Abrapec, 2005. p. 1-10.

NUSSBAUM, Joseph. **Children's conceptions of the Earth as a cosmic body**: a crossing study. Science Education, v. 1, n 63, p. 83 - 93, 1979.

NUSSBAUM, Joseph. La tierra como cuerpo cósmico. IN: DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, Andrée. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Editora Morata, 1999.

OLIVEIRA, Livia de. A construção do espaço, segundo Jean Piaget. In: **Sociedade & Natureza**. v. 33, n 17, p. 105 – 117, 2005.

OSTERMANN Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.

PARKER, Joan; HEYWOOD, Dave. The earth and beyond: developing primary teacher's understanding of basic astronomical events, **International Journal of Science Education**, v. 20, n 3, 1998.

PIAGET, Jean; GARCÍA, Rolando. **Psicogênese e história das ciências**. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e docência** 3 ed. (Coleção docência em formação. Série saberes pedagógicos). São Paulo: Cortez Editora, 2008.

PLUMMER, Julia D.; ZAHM, Valerie M.; RICE, Rebecca. Inquiry and astronomy: pre-service teacher's investigations of celestial motion. In: **Journal Science Teacher Education**. n 21, p. 471–493, 2010.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SEBASTIÀ, Bernat Martínez. 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. In: **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 1, p. 7-32, 2004.

SEBASTIÀ, Bernat Martínez; TORREGROSA, Joaquín Martínez. Preservice Elementary Teacher's Conceptions of the Sun-Earth Model: A Proposal of a Teaching-Learning Sequence. In: **Astronomy Education Review**. v. 4, mar/oct, 2005.

SNEIDER, Cary; BAR, Varda; KAVANAGH, Claudine. Learning about Seasons: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. In: **Astronomy Education Review**, v. 10, 2011.

VOSNIADOU, Stella. Capturing and modeling the process of conceptual change. **Learning and Instruction**, v. 4, p. 4-9, 1994.

SILVA, João Alberto da. **Modelos de significação e pensamento lógico-matemático: um estudo sobre a influência dos conteúdos na construção da inteligência**. 2009. 168f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

SILVA, João Alberto; FREZZA, Júnior Saccon. Aspectos metodológicos e constitutivos do pensamento do adulto. In: **Educar em Revista**. n. 39, p.191-205, jan/ abr, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DO PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências**. Governo do Estado do Paraná/ Secretaria de Estado do Paraná/ Departamento de Educação Básica. Paraná, 2008.

Recebido em: 19/08/2019

Aprovado em: 11/01/2020

Apêndice 1 – Protocolo utilizado nas entrevistas

Protocolo n° ____

Data de aplicação:	
Código para o nome:	
F () M ()	Escolarização:
Data de nascimento:	
Profissão:	

Inicia a gravação, protocolo n°: ____

Questão para abertura da entrevista:

Há quantos anos você é professor (a) de Ciências?

Qual a sua formação? (Licenciatura, em que área, pós-graduação)

Em sua trajetória como professor (a) de Ciências, o que você considera ou considerou mais difícil? (Deixe falar livremente) Como você superou essa dificuldade?

Já trabalhou com Astronomia em suas aulas de Ciências?

Então agora vou lhe apresentar algumas perguntas seguidas de pequenas atividades para que possamos entender o Educação em Astronomia nas escolas de Educação Básica.

Etapa 1a - Questões abertas e desenho

- O que você sabe sobre as fases da Lua? Poderia me falar um pouco sobre esse assunto? Sinta-se livre para falar sobre o que você sabe sobre isso.
- Imaginando que esta folha é o quadro da sua sala, imagine você explicando as fases da Lua para as crianças. Você poderia desenhar nesta folha de papel como acontecem as fases da Lua? Poderia desenhar e ir me explicando seu desenho?

Etapa 2a - Questões abertas e demonstração prática

- Agora que você já me explicou com o seu desenho sobre as fases da Lua, poderia utilizar esse material aqui (apresentar o material) para explicar como ocorrem as fases da Lua? Você pode ir me mostrando aqui?
- (Fazer perguntas de intervenção ao longo da demonstração).
- Você está satisfeito com sua resposta? (pergunta).

Etapa 1b - Questões abertas e desenho

- O que você sabe sobre os eclipses? Poderia me falar um pouco sobre esse assunto? Sinta-se livre para falar sobre o que você sabe sobre isso.
- Imaginando que esta folha é o quadro da sua sala, imagine você explicando aos eclipses para as crianças. Você poderia desenhar nesta folha de papel como acontecem os eclipses? Poderia desenhar e ir me explicando seu desenho?
- Você está satisfeito com sua resposta? (pergunta).

Etapa 2b - Questões abertas e demonstração prática

- Agora que você já me explicou com o seu desenho sobre os eclipses, poderia utilizar esse material aqui (apresentar o material) para explicar como ocorrem os eclipses? Você pode ir me mostrando aqui?
- (Fazer perguntas de intervenção ao longo da demonstração).
- Você está satisfeito com sua resposta? (pergunta).

Etapa 1c - Questões abertas e desenho

- O que você sabe sobre as estações do ano? Poderia me falar um pouco sobre esse assunto? Sinta-se livre para falar sobre o que você sabe sobre isso.
- Imaginando que esta folha é o quadro da sua sala, imagine você explicando as estações do ano para as crianças. Você poderia desenhar nesta folha de papel como acontecem as estações do ano? Poderia desenhar e ir me explicando seu desenho?
- Você está satisfeito com sua resposta? (pergunta).

Etapa 2c - Questões abertas e demonstração prática

- Agora que você já me explicou com o seu desenho sobre as estações do ano, poderia utilizar esse material aqui (apresentar o material) para explicar como ocorrem as estações do ano? Você pode ir me mostrando aqui?
- (Fazer perguntas de intervenção ao longo da demonstração).
- Você está satisfeito com sua resposta? (pergunta).

Etapa 3 - Questão para fechamento da entrevista

Eu gostaria de lhe mostrar um vídeo sobre uma notícia do início do inverno no Brasil ok? (passar o vídeo) Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>>

- O que você achou desse vídeo? Você utilizaria ele em sala de aula? Poderia me explicar ou dar um exemplo do que falaria ao utilizar esse vídeo em aula?
- Mais alguma coisa que você gostaria de compartilhar conosco sobre ensinar conteúdos de Astronomia nas aulas de Ciências?

Encerra a entrevista, desliga o gravador e agradece pela participação.