

A EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA CONTEXTUALIZADA E AS DIVERSAS DIMENSÕES: MICRO, MACRO, HORIZONTAL E VERTICAL

 Paula Cristina da Silva Gonçalves¹
 Maurício Compiani²

Resumo: Este ensaio se propõe a discutir a complexidade das escalas dos fenômenos astronômicos e a necessidade de incluir as diferentes dimensões nos processos de ensino e aprendizagem de Astronomia, de forma intencional, para que a compreensão da espacialidade seja construída ao longo da escolaridade básica. Discute-se as escalas micro e macro bem como as dimensões verticais e horizontais na Educação em Astronomia. Pensar sobre essa temática representa o desafio de refletir sobre o conhecimento astronômico de maneira que sejam problematizadas as abordagens envolvendo a espacialidade/temporalidade e a complexidade dos fenômenos nos diferentes temas e conteúdos. Apesar de existir uma aparente distância entre esses conteúdos e nosso cotidiano, como se fosse algo que diz respeito apenas ao espaço, longe de nosso ambiente imediato, existem grandes possibilidades de estreitamento e relação com os contextos dos educandos, de forma que essa temática faça mais sentido e compreenda-se que somos um todo com os fenômenos, de forma sistêmica, afetados e organizados a partir deles, bem como atuantes.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Escalas; Ensino e aprendizagem.

LA EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA CONTEXTUALIZADA Y LAS DISTINTAS DIMENSIONES DE ESCALA: MICRO, MACRO, HORIZONTAL Y VERTICAL

Resumen: Este ensayo se propone discutir la complejidad de las escalas de los fenómenos astronómicos y la necesidad de incluir intencionalmente las diferentes dimensiones en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Astronomía, para que la comprensión de la espacialidad se construya a lo largo de la escolarización básica. Se discuten escalas micro y macro, así como dimensiones verticales y horizontales en la Educación Astronómica. Pensar en este tema representa el desafío de reflexionar sobre el conocimiento astronómico de tal forma que se problematicen abordajes que involucran la espacialidad/temporalidad y la complejidad de los fenómenos en diferentes temas y contenidos. Si bien existe una aparente distancia entre estos contenidos y nuestra cotidianidad, como si se tratara de algo que concierne sólo al espacio, lejos de nuestro entorno inmediato, existen grandes posibilidades de estrechar vínculos y

¹ PECIM, Universidade Estadual de Campinas –SP, Secretaria Municipal de Educação de Rio Claro -SP, paulacristinasgoncalves@gmail.com.

² Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas –SP, compiani@ige.unicamp.br

Paula Cristina da Silva Gonçalves e
Maurício Compiani

relaciones con los contextos de los estudiantes, de modo que este tema se convierta en más sentido y se entienda que somos un todo con los fenómenos, de manera sistémica, afectados y organizados a partir de ellos, además de actuar.

Palabras clave: Educación en Astronomía; Escalas; Enseñanza y aprendizaje.

ASTRONOMY EDUCATION CONTEXTUALIZED AND THE DIFFERENT DIMENSIONS: MICRO, MACRO, HORIZONTAL AND VERTICAL

Abstract: This essay proposes to discuss the complexity of the scales of astronomical phenomena and the need to intentionally include the different dimensions in the teaching and learning processes of Astronomy, so that the understanding of spatiality is built throughout basic schooling. Micro and macro scales are discussed, as well as vertical and horizontal dimensions in Astronomy Education. Thinking about this theme represents the challenge of reflecting on astronomical knowledge in such a way that approaches involving spatiality/temporality and the complexity of phenomena in different themes and contents are problematized. Although there is an apparent distance between these contents and our daily lives, as if it were something that concerns only space, far from our immediate environment, there are great possibilities for closer ties and relationships with the students' contexts, so that this theme becomes more sense and it is understood that we are a whole with the phenomena, in a systemic way, affected and organized from them, as well as acting.

Keywords: Astronomy Education; Scales; Teaching and learning.

1 Introdução

A Educação em Astronomia comumente é vista como uma área de ensino e aprendizagem que diz respeito a objetos e fenômenos naturais muito distantes do estudante. Com isso, é frequente que não se inclua em seus processos a dimensão do observador, ou seja, a escala humana dos fenômenos. Entendendo que a Astronomia é uma ciência complexa e que seus fenômenos nos afetam diariamente, nosso ensaio se propõe a discorrer a respeito das diferentes escalas que compõem os fenômenos e da importância de elas serem incluídas na educação, de maneira que a construção do aprendizado se relacione com a complexidade dos fenômenos, em todas as dimensões espaço-temporais possíveis, sem reducionismos, o que inclui o ambiente imediato dos estudantes e a perspectiva de existência deles como habitantes do planeta Terra.

Os conteúdos astronômicos abordados na escola dizem respeito a fenômenos e eventos que ocorrem em escala planetária, uma vez que afetam a Terra e organizam nossa vida diária, bem como em escalas espaço-temporais, com ordens de grandeza ainda mais amplas, medidas numéricas enormes e não usuais no cotidiano, envolvendo eventos fora de nosso cotidiano observável. Lidar com o espaço e o tempo astronômico introduz dificuldades cognitivas específicas para a compreensão dos fenômenos diante do mundo “mais contíguo” das experiências cotidianas. Auxilia e contribui, entre outras coisas, para a

superação do raciocínio causal linear e simples introduzindo o tratamento mais complexo do conhecimento científico na escola.

A Astronomia — com forte componente de ciências qualitativa, observável, descritiva e interpretativa da natureza — tem pouca tradição no ensino de Ciências. Por isso, não tem conseguido desenvolver trabalhos práticos com forte papel do contexto, como já ocorre com a Química e a Física. De modo geral, essas práticas usuais são simplificadas em relação à contextualização, não considerando que parte/lugar e todo/global são indissociáveis e apreendidos pela dialética entre micro e macro, entre horizontalidade e verticalidade, foco de discussão neste artigo.

Faz parte da epistemologia da Astronomia a prática científica de olhar para o contexto, o histórico, o singular, as particularidades, em busca das mais diversas e complexas relações entre processos e produtos, parte e todo, o histórico e o generalizável. A Astronomia contribui para noções diferentes do empírico, por exemplo, as observações estendem-se no tempo e em suas diversas escalas espaciais e temporais, distribuem-se no social e usam uma série de instrumentos de coleta de dados e as mais variadas formas de representações visuais, viso-verbais e verbo-visuais. Os dados empíricos e as teorias são produtos dos mais variados tipos de observações diretas e indiretas e das respectivas interpretações de informações. Uma possibilidade desse olhar diferenciado do empírico, por exemplo, são as práticas de observação de corpos celestes acessíveis a olho nu, como a Lua. Neste ensaio, vamos caminhar para práticas e concepções de educação que modifiquem os paradigmas atuais de um ensino descontextualizado para atividades teórico-práticas calcadas em trabalhos práticos com noções amplas das relações entre empírico e teorias. Nos dois subitens seguintes, vamos avançar um pouco essa discussão sobre a contribuição da Educação em Astronomia para noções diferentes do empírico e dos experimentos no ensino de Ciências.

Castro (1995), refletindo sobre o uso das escalas na Geografia, indica que, considerada como recurso matemático da cartografia, a escala é “uma fração que indica a relação entre as medidas do real e aquelas da sua representação gráfica” (p. 117). Porém, ela pode ser discutida em profundidade conceitual e problematizada como “representação dos diferentes modos de percepção e de concepção do real” (p. 118).

Ainda, de acordo com Castro (1995), nas concepções matemáticas das escalas em Geografia, a visibilidade do espaço está em sua representação, substituindo o fenômeno e tomando o mapa pelo território. Essa tomada do mapa pelo território não seria exclusividade da Geografia se pensarmos como os processos de ensino na Educação em Astronomia usam o modelo e a representação pelo fenômeno. Isso porque há um modo de ensinar que prioriza uma apresentação clara e organizada dos conteúdos e modelos, com demonstrações que só confirmam esse conhecimento descontextualizado, sistematizado e generalista. Ou, como nos diz Massey (2009), apresentamos a nossos alunos um mundo histórico-político-social que nada tem a ver com as próprias desarticulações internas ou as pré-sínteses em aberto das ciências, que deveriam ser ensinadas em nossas escolas. As sínteses, muitas vezes, são apresentadas sem relações com os contextos e pesquisas que geraram os resultados sintéticos. Não há uma preocupação com as experiências mais singulares e contextualizadas que fizeram parte do processo construtivo da generalização da construção do modelo.

Enfim, discutiremos que uma Educação em Astronomia contextualizada apresenta um maior potencial para contemplar a complexidade das dimensões escalares dos fenômenos em dois sentidos: o da realidade ao modelo e o do modelo à realidade. Esse aspecto realça diferentes práticas e procedimentos científicos, iluminando novos papéis entre o empírico e os modelos ao lidar com as peculiaridades da Astronomia com seu forte componente de ciência observacional, descritiva e interpretativa da natureza.

2 As escalas e suas dimensões: micro, macro, horizontal e vertical na Educação em Astronomia

É possível pensar em escalas em diferentes níveis e dimensões: macro, micro, horizontal e vertical. Talanquer (2011) discorre sobre os níveis de escala macro, micro e submicro no ensino de Química. O primeiro diz respeito a tudo aquilo que é tangível e visível em nosso mundo. Já o micro e o submicro são adotados para os modelos de partículas.

Segundo Talanquer (2011), os químicos especialistas constroem a realidade a partir da dinâmica entre os diferentes níveis citados. Um estudante aprende, com maior facilidade, sobre o nível macro e busca relacioná-lo com os outros níveis. Todavia, a maioria dos ensinamentos em Química focam os níveis micro e submicro, de maior dificuldade para os alunos, o que resulta, segundo o autor, em sobrecarga de informação e confusão, desestimulando os alunos, já que não se trata de compreensões intuitivas que dialogam com os contextos dos estudantes.

Pensando nas especificidades da Educação em Astronomia, poderíamos compreender a escala humana como pertencente ao nível micro, de modo a contemplar tudo aquilo que tenha como sistema de referência o observador, ou seja, toda a Astronomia observacional, acessível na perspectiva do ser humano, em suas experiências. No nível macro, teríamos tudo que está “fora” do planeta Terra, considerando o espaço como sistema de referência.

Além de pensar nessas questões sobre os níveis micro e macro das escalas, podemos refletir sobre elas em relação às dimensões horizontal e vertical. A partir de Compiani (2007), quando pensamos a escala na dimensão horizontal, temos a ênfase nas relações entre parte e todo, no contexto, em espaço e tempo. Acentuam-se as particularidades, historicidade, o local, singularidades e relações na busca de padrões. Procura-se a compreensão do fenômeno em suas causalidades, em um contexto. Por sua vez, a dimensão vertical tem ênfase no caráter processual dos fenômenos, das coisas, engloba os diferentes contextos da horizontalidade na busca pela generalização, tendendo à descontextualização, ao geral, ao global. É a dialética entre as duas dimensões que gera consciência, segundo Compiani (2007, p. 35). Dessa maneira, podemos apreender que nenhum é melhor que o outro, mas ambos são necessários e se complementam.

A partir de Castro (1995) e Compiani (2007), podemos depreender que a problematização da questão da escala está na mediação que ela promove entre o que é observado e o atributo que lhe é associado e que diferentes escalas de observação resultam em diferentes informações qualitativas de um mesmo objeto. Nesse sentido, é importante não tratar o conhecimento de forma linear, mas sim considerar a complexidade dialética da contextualização e descontextualização, da horizontalidade e verticalidade, assim como os níveis micro e macro das escalas.

Compiani (2012) ainda destaca uma predominância no espaço escolar da valorização das representações e dos modelos/definições, que alimenta a separação entre mundo teórico e mundo vivido. As cognições mais complexas, “pelo menos uma boa parte delas, não deveriam perder suas relações de contexto espaço-temporal de origem e nem adquirir essa ideia de explicação única” (Compiani, 2012, p. 133). Desse modo, a escola tem se distanciado de seus alunos reais:

A escola, de certo modo, ignora a vida, pois idealiza um aluno abstrato, sem tempo e sem espaço. O aluno real, em seu contexto, com sua experiência social e individual em sua localidade é ignorado. Por não ter um interlocutor real, a escola é incapaz de ocupar seu lugar de produção de

conhecimentos gerados na interação entre o mundo cotidiano e o científico (Compiani, 2007, p. 32).

É importante ter em vista que qualquer forma de educação alheia às relações com o mundo pode restringir o processo educacional à dimensão cientificista, estrita e descolada das análises críticas relacionadas aos contextos mais amplos, inclusive o social. Essa é uma dimensão importante para ser pensada na educação científica, uma vez que a Ciência é construção humana e nós, seres humanos, não nos relacionamos com ela apenas acumulando informações a seu respeito e aderindo aos saberes de forma adaptativa (Freire, 2021 [2020]).

A Educação em Astronomia não está distante desse desafio. Ainda são poucas as propostas didáticas, mesmo em pesquisas, que indiquem a observação, por exemplo, como ponto de partida dos estudos, mesmo para corpos celestes acessíveis a olho nu, como a Lua (Gonçalves & Bretones, 2020).

Os processos escolares geralmente induzem a compreensões parciais sobre os eventos e fenômenos em Educação em Astronomia, fragmentando a complexidade destes. A maneira como tem sido priorizado o ensino, e uma grande parte das pesquisas desenvolvidas na área, parece manter o foco em apenas uma das escalas e dimensões dos fenômenos, especialmente tendo como sistema de referência o espaço, na escala macro e na dimensão vertical, sem favorecer a compreensão ampla dos eventos pelos estudantes e professores, sem relacionar os estudos com seus contextos e com o sistema de referência do observador, que envolve o nível micro e a dimensão horizontal. Essa ausência deixa de desenvolver a construção ampla da compreensão da espacialidade e dos tempos dos eventos, o que é um desafio por si, indicado por alguns autores (Bisch, 1998; Leite, 2002, 2006).

Portanto, as dimensões das escalas, na Educação em Astronomia, poderiam ser caracterizadas da seguinte maneira:

a) Macro: considerando as grandezas astronômicas, a escala macro se relaciona com os eventos astronômicos no contexto externo ao planeta Terra. Como exemplo, citamos a organização do sistema *Sol-Terra-Lua*, que dá origem às fases da Lua e suas relações trigonométricas;

b) Micro: diz respeito ao contexto topocêntrico, em uma perspectiva geocêntrica. Leva em consideração o olhar do observador, suas experiências na superfície terrestre. Pensando nas fases da Lua, seria a compreensão, experiência e vivência do fenômeno tal como é visto no céu ou observado no entorno.

d) Vertical: nesta dimensão, estariam contemplados os modelos, em seu caráter processual, por exemplo, o próprio sistema *Sol-Terra-Lua*, e os modelos possíveis para sua compreensão, como o empregado para a explicação das fases da Lua e dos eclipses.

e) Horizontal: esta dimensão integra o conhecimento em seu contexto local, singularidades, relações em busca de padrões e a compreensão do fenômeno em suas causalidades dentro do cenário do observador. Um exemplo nesse sentido pode ser as marés e o modo como elas afetam a vida local. Mesmo as fases da Lua, em seu contexto de um observador na Terra ou usuário dessas fases para corte de cabelo ou plantio, estão na horizontalidade.

3 Abordagens das dimensões e escalas na Educação em Astronomia

Lanciano (1989) nos lembra de que nosso ponto de observação habitual para olhar a Terra como planeta que se move no universo é sua própria superfície, movendo-nos com ela. Nessa perspectiva, não nos damos conta desse deslocamento, apenas de que os outros corpos se movem e de que nos movemos quando andamos, corremos etc.: “Ninguna percepción directa del cuerpo nos hace pensar en el desplazamiento de nuestro planeta sobre el que apoyamos los pies” (Lanciano, 1989, p. 174).

De acordo com Lanciano (1989), nossos sentidos não indicam o movimento da Terra, mas sim dos demais astros. Além disso, a linguagem cotidiana, seja dos adultos, seja das crianças, indica uma visão ptolomaica quando dizemos, por exemplo, que o Sol nasce e se põe, e não que a Terra girou para que o Sol fosse visível no horizonte. Segundo a autora, “la distancia entre el modelo y su representación por un lado, y la realidad modelizada por otro, no se recorre en los dos sentidos: de la realidad al modelo y del modelo a la realidad. Y esta desconexión puede durar mucho” (Lanciano, 1989, p. 176).

Essa desconexão pode ser notada quando percebemos o domínio de estudantes em questões conceituais, informações, sem a capacidade de fazer relações entre outros conhecimentos e entre o ambiente imediato e cotidiano. Bisch (1998) destaca, em sua pesquisa com docentes, que existe uma tendência, no ensino, do uso de “chavões”, na utilização seja de termos, seja de determinadas imagens. Assim, descreve: “O ‘chavão’, assim, caracteriza-se por ser um enunciado (ou imagem) pronto, acabado que deve ser memorizado e repetido por quem o ‘aprendeu’ (isto é, memorizou) sempre da mesma forma” (Bisch, 1998, p. 225).

Nessa lógica, geralmente, o ensino e os livros didáticos mostram aos alunos a passagem de um modelo astronômico ao outro como se isso transcorresse de modo historicamente linear, analítico e acumulativo, no qual uma ideia mais precisa substitui a anterior. Além de não ter sido um caminho sem controvérsias, a suposição da transição de um pensamento ptolomaico para o copernicano é fictícia, segundo Lanciano (1989, p. 176), e essa proposta é uma reflexão inadequada:

Conviene señalar antes que nada un elemento, a veces olvidado en el análisis de los procesos de aprendizaje, y que a mi manera de ver juega un papel importante en la enseñanza, la abundancia de nombres, números, cifras, propiedades, etc., es decir, la descripción de caracteres “estáticos”, en lugar de inducir a trabajar en la construcción de la capacidad para reconocer relaciones, y por lo tanto conceptos “dinámicos” entre los objetos (Lanciano, 1989, p. 176).

A autora aponta que isso também ocorre pela falta de uso dos sentidos para a construção do conhecimento. Muitos objetos da natureza, na Terra e no céu, podem ser observados em tempo real. E essa observação direta pode ajudar a estabelecer conexões entre pensar como Copérnico e ver como Ptolomeu, um problema muito típico da Astronomia (Lanciano, 1986, p. 211).

Com a intenção de pensar sobre isso, consideremos o caso do ensino sobre a Lua e suas fases a partir de Gonçalves e Bretones (2020, 2021). Esses autores indicam que, geralmente, as pesquisas privilegiam a relação do sistema *Sol-Terra-Lua* na escala macro e vertical do fenômeno, como ocorre no espaço, sem, habitualmente, incluir as dimensões da escala em nível micro e horizontal da observação do fenômeno, bastante acessível e possível de ser acompanhado ao longo de duas semanas, especialmente se considerarmos que a Lua é o astro mais próximo da Terra. Também pouco se discute sobre nossa relação humana com o astro e suas interferências em nosso cotidiano.

Em relação à Lua e suas fases, a microescala e a dimensão horizontal dizem respeito à visão topocêntrica e a nosso dia a dia, e a macro escala e dimensão vertical, à visão heliocêntrica, no sistema espacial *Sol-Terra-Lua*. Todavia, não se trata de defender a superioridade de uma em relação à outra, mas sim de frisar a necessidade de considerar o fenômeno como um todo para que este seja entendido em sua complexidade, sem perder a relação com o que é tangível aos estudantes.

A Astronomia observacional apresenta o potencial de abranger a escala micro no processo de ensino e aprendizagem. Insere o que é visível aos estudantes em experiências possíveis com o entorno. Assim, pode estimular seus processos de pensamento, a observação sistemática e as relações dessas observações com o ambiente imediato, fomentando a dimensão horizontal.

Como exemplo desse tipo de abordagem, podemos citar o trabalho de Longhini, Gomide e Luz (2016) com a construção de um Observatório Local do Horizonte da Escola. Os autores desenvolveram um processo de ensino e aprendizagem partindo do que nomearam “do chão ao céu”. Nele, incluíram a observação e tomada de dados sistemáticos relacionados às estações do ano, às chuvas, às temperaturas, à Astronomia observacional, como o caminho do Sol no céu, às conexões do sistema *Sol-Terra-Lua*, ao céu noturno, às constelações ao longo de um ano, entre outros, tendo como referência a cidade dos estudantes.

A pesquisa de Longhini, Gomide e Luz (2016) nos mostra uma possibilidade de abordagem na Educação em Astronomia que inclui as dimensões micro, macro, horizontal e vertical, bem como práticas científicas diferenciais, uma vez que as observações se estendem no tempo e se distribuem no social, usando uma série de instrumentos de coleta de dados. Essa experiência ainda poderia ser complementada com uma abordagem crítica da dimensão horizontal, de modo a incluir as discussões sobre os impactos das chuvas e a questão da temperatura na perspectiva do desequilíbrio ambiental, por exemplo.

Lanciano (1989) assegura que, na Educação em Astronomia, não é preciso descartar a perspectiva ptolomaica do que se vê daqui da Terra, dos movimentos observáveis dos astros, como se fosse algo que induzisse a compreensões equivocadas. Ainda segundo Lanciano (1989, p. 175),

se trata, más bien, de ser capaz y consciente de aceptar la posibilidad de mantener dos modelos diferentes, dos modelos de lenguaje para hablar de lo mismo: mantener la visión tolemaica cotidiana y su relatividad con respecto a un sistema del mundo en el que todo se mueve y no existen centros locales relativos. Se trata de descubrir la ductibilidad de nuestra mente y de ser capaces de hacer coexistir pensamientos diversos ante una misma realidad, por parte de nuestro pensamiento de adultos, alentados por la extraordinaria capacidad, que en este sentido, tienen los niños.

Assim, não se trata de julgar uma dimensão como errônea ou incompleta, mas como parte do conhecimento referente ao tema em estudo, que se integra à compreensão espacial do fenômeno. Esta última se completa com o entendimento e a relação com aquilo que é possível ver ou sentir. Uma dimensão não é menos importante que a outra. Elas são complementares e dependentes.

Imergindo mais na dimensão horizontal e na escala micro, em Educação em Astronomia, temos, ainda, a abordagem antropológica holística (Jafelice, 2002, 2010, 2015), numa perspectiva ambiental, cultural e espiritual. Nela, tiramos do núcleo do processo um modelo predominante de pensamento que valoriza apenas a racionalidade cognitivo-instrumental e, ao mesmo tempo, promove a “convivência com a incerteza inerente ao conhecimento” (Jafelice, 2010, p. 220). Nessa concepção, o elemento essencial é a ênfase na vivência, ou seja, na escala de 1:1 dos estudantes:

do ponto de vista pedagógico, aspectos cognitivos-analítico-reflexivos – envolvendo distribuição e leitura ou produção de textos com os alunos, análises, conceituações etc. – só são contemplados, em geral, após os alunos terem vivenciado – isto é, feito e sentido no corpo, na prática – os fenômenos ou processos que nos interessa tratar naquela circunstância e tenham, em grande parte, descoberto por si mesmos a maioria das associações e informações que são possíveis de serem obtidas vivencialmente (Jafelice, 2010, p. 220).

Trata-se, segundo Jafelice (2002, p. 12), de um trabalho inicialmente não verbal e não racional que restabeleça o contato do estudante com o céu e consigo mesmo: “É um trabalho essencial e primeiro, feito antes de se agregar qualquer conteúdo específico habitual ou instrumentos que mediarão suas observações”. Nessa abordagem antropológica, Jafelice (2010, p. 221) propõe que o que é central não são os conteúdos específicos, mas as pessoas “por serem o que são, além de transformantes/transformadas do/pelo planeta”, o ambiental considerado pela perspectiva sistêmica, “pelas vidas que abriga e relações simbióticas gerais que propicia”, assim como os aspectos sociais e culturais “pelas representações e significações que permitem que construamos e reconstruamos sem fim”.

Nessa abordagem antropológica, Jafelice (2010, p. 221) propõe que o que é central não são os conteúdos específicos, mas as pessoas “por serem o que são, além de transformantes/transformadas do/pelo planeta”, o ambiental considerado pela perspectiva sistêmica, “pelas vidas que abriga e relações simbióticas gerais que propicia”, assim como os aspectos sociais e culturais “pelas representações e significações que permitem que construamos e reconstruamos sem fim”.

A partir do exposto, uma das possibilidades para contemplar os diversos níveis e escalas são os trabalhos práticos, como aulas de campo. Segundo Compiani (2007), nos trabalhos de campo em Geologia, “há uma grande ênfase na qualidade das observações da natureza, exercitando a percepção/abstração, descrição e expressões gráficas, notadamente o desenho” (p. 30).

O mesmo autor ainda apresenta o potencial dos trabalhos de campo como metodologia de ensino, sendo um caminho possível quando pensamos e desejamos outra educação, que saia das linearidades, do acúmulo de informações e simplificações e que caminhe rumo ao complexo da existência. Segundo Compiani (2007),

o campo é o lugar onde o conflito entre o mundo (exterior) e as ideias (interior) ocorre em toda sua intensidade: por isso é possível iniciar a construção de conhecimentos a partir dele, buscando informações, formulando conceitos porque lá está o/a lugar/natureza para ser observado e interpretado (p. 35).

Além disso, a valorização de outras formas de registro que não se restringem à cultura escrita pode favorecer a participação de estudantes diversos, com diferentes habilidades quando projetamos essa ideia para outras vivências/conhecimentos possíveis de serem explorados a partir do entorno dos estudantes. Isso inclui crianças, adolescentes, jovens, adultos e idosos que ainda não foram alfabetizados, por exemplo ou comunidades pertencentes à cultura tradicional, indígena, quilombola etc.

Ainda segundo Compiani (2007, p. 30), a ação de “observar/desenhar leva a aprendizagem do ver, a visão torna-se acurada”. Observar e desenhar pode sensibilizar o olhar dos estudantes para a natureza e seus fenômenos, em especial em nossa sociedade atual, sempre acelerada e atenta aos equipamentos eletrônicos. A observação do céu e do entorno, das relações dos fenômenos com os locais onde os estudantes vivem é um dos caminhos para a construção de conhecimento na microescala e para uma maior horizontalidade nos processos da Educação em Astronomia.

Em um curso para professores, Bisch (1998) buscou a sensibilização deles em relação ao contato direto com a natureza como “ponto de referência essencial para a construção de conhecimentos”, combatendo, assim, o “absurdo de um ensino livresco, teórico” (p. 124) e dissociado da realidade. Ainda segundo o mesmo autor,

uma Astronomia “de gabinete” pode ser justificada no caso de um astrônomo profissional, experiente, adulto, porém julgamos que uma Astronomia livresca, desembelezada, de sala de aula, é completamente fora de propósito no ensino fundamental, onde uma das atitudes mais importantes a exercitar nos alunos é a sua capacidade de observação da natureza, onde é essencial sensibilizá-los com relação à beleza e diversidade do universo, instigar sua curiosidade e imaginação (Bisch, 1998, p. 125).

Apesar de o autor se direcionar especificamente para professores do Ensino Fundamental, essa questão permeia toda a Educação Básica. É importante, nesse sentido, que o raciocínio não interponha uma distância com relação à percepção direta, a base do pensamento comum, mas que as diferentes escalas e dimensões sejam utilizadas e exploradas de forma mais consciente, entendendo que o conhecimento é complexo.

Em Astronomia, nem sempre é possível fazer aulas de campo com estudantes, por diversas razões. Mas existem algumas ações possíveis no espaço escolar com a exploração do entorno, assim como provocar observações dos alunos e professores, mesmo que as aulas não sejam noturnas. Algumas pesquisas apresentam propostas que buscaram essas aproximações. Podemos citar Bretones (2006), Lima (2006), Medeiros (2006), Mesquita (2011), Kantor (2012), Longhini e Gomide (2014), Jafelice (2015), Longhini, Gomide e Luz (2016), Fernandes (2018), Lago, Ortega e Mattos (2018), Peixoto (2018), Silva e Bisch (2020), Gonçalves e Bretones (2021) e Nascimento (2021), que tratam de diversos níveis escolares, desde o Ensino Fundamental até a formação de professores.

Também é possível pensar na abordagem horizontal da Educação em Astronomia em torno das discussões contemporâneas relacionadas às decisões e às convenções, bem como ao espaço e sua exploração: temas como a reclassificação de Plutão, a Astrobiologia, as imagens recentes captadas pelo telescópio *James Webb* e as constelações de satélites da empresa *Starlink* sendo enviadas para nossa órbita. Esses são exemplos de assuntos que podem ser tratados na perspectiva crítica das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), englobando diálogos sobre a Natureza da Ciência (NdC).

Sobre Astrobiologia, Chefer e Oliveira (2022) indicam, por exemplo, que seu caráter integrador de diversas áreas favorece a interdisciplinaridade e a contextualização para o processo de ensino e aprendizagem. Indicam que “os conteúdos relacionados à temática astrobiológica, estabelecem múltiplas relações entre os temas que contemplam o fenômeno ‘vida’ em toda sua multidimensionalidade” (Chefer & Oliveira, 2022, p. 4).

Essa característica, segundo os mesmos autores, pode proporcionar a construção e o redimensionamento de conhecimentos como a seleção natural, a origem e evolução da vida, a vida fora do planeta, seus impactos para a sociedade, bem como questões de manutenção de nossa espécie e do planeta, entre outras. Isso nos indica potencial de diálogo com as dimensões micro, macro, horizontal e vertical.

4 Considerações finais

Discorreremos sobre as diferentes escalas, micro e macro, e as dimensões horizontal e vertical. Refletimos sobre a Educação em Astronomia a partir dessas perspectivas, tomando como referência trabalhos que discutem essas relações em diferentes disciplinas.

Apesar de os temas em Astronomia, muitas vezes, mostrarem um aparente distanciamento com relação ao mundo imediato dos estudantes, essa não é uma necessidade. O ensino não deve ser limitado a uma única escala, mas precisa buscar explorar as diferentes dimensões, de forma que o conhecimento complexo desses conteúdos seja desenvolvido com um olhar sensibilizado para a escala humana dos fenômenos e objetos da Astronomia, bem como a dimensão crítica em torno desta Ciência e de seus resultados.

Tratar de modo mais complexo o contexto mais próximo e o mundo mais distante do aluno relaciona-se à discussão central deste artigo, já que, segundo Castro (1995), um problema crucial da interpretação da natureza se refere aos atributos dos fenômenos, cuja caracterização se altera de acordo com as escalas de observação à luz de uma “lei”, em que temos o crescimento da homogeneidade na razão inversa da escala. Em outras palavras, na micro escala, há uma tendência à heterogeneidade, informação factual, dados individuais ou desagregados, valorização do vivido etc.; já na macroescala, há tendência à homogeneidade, à informação estruturante, aos dados agregados, à valorização do concebido e organizado etc. Essa é uma das riquezas do tratamento multiescalar e multidimensional na Educação em Astronomia.

Priorizar apenas um tipo de escala e dimensão não possibilita uma compreensão dos objetos de estudo da Educação em Astronomia, de forma completa. Por isso, problematizar e identificar a existência de outras escalas, dimensões e avaliar como elas têm sido abordadas nos processos de ensino e aprendizagem bem como em pesquisas na área, é fundamental para que avancemos na Educação Básica e na universidade.

É importante considerar a necessidade de tomar como ponto de partida o entorno, o ambiente imediato dos estudantes, estimular experiências em campo, buscar ampliar o olhar e encorajar observações e registros. Assim, partimos do concreto para abstrações posteriores, que devem ocorrer ao longo de toda a escolarização, sem a pressa e a pretensão de que todas as dimensões serão esgotadas em apenas um ano letivo. Essas práticas de uma Educação em Astronomia contextualizada problematizam as práticas mais usuais que tratam de escalas macros e verticalizadas, focadas nas definições e modelos descontextualizados.

Por isso, mesmo nas aulas com estudantes do Ensino Médio e na formação de professores, não se deve considerar, sem avaliar, que as dimensões micro e horizontais já foram exploradas. É importante verificar e incluir essas dimensões em nossos processos de ensino e aprendizagem. Até porque se deseja que os alunos conheçam o mundo, o Sistema Solar, mas se esquece que eles desconhecem o próprio lugar onde vivem.

Referências

Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Bretones, P. S. (2006). *Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Castro, I. E. (1995). O problema da escala. In I. E. Castro, P. C. C. Gomes, & R. L. Corrêa (Eds.), *Geografia: conceitos e temas* (pp. 117–140). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Chefer, C., & Oliveira, A. L. de. (2022). Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 24. doi: 10.1590/1983-21172022240125.
- Compiani, M. (2007). O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. *Ciência & Educação*, 13(1), 29–45.
- Compiani, M. (2012). O desprestígio das imagens no ensino de Ciências, até quando? Uma contribuição das Geociências com a Gestalt. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 127–154.
- Fernandes, T. C. D. (2018). *Um estudo sobre a formação continuada de professores da Educação Básica para o ensino de Astronomia utilizando o “Diário do céu” como estratégia de ensino* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Freire, P. (2021). *Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. (6ª ed.). São Paulo: Paz e Terra.
- Gonçalves, P. C. da S., & Bretones, P. S. (2020). Um Panorama de Pesquisas do Campo da Educação Sobre a Lua e suas Fases. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26. doi: 10.1590/1516-731320200007.
- Gonçalves, P. C. da S., & Bretones, P. S. (2021). O ensino sobre a Lua e suas fases: uma proposta observacional para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 23. doi: 10.1590/1983-21172021230118.
- Jafelice, L. C. (2002). Nós e os Céus: um enfoque antropológico para o ensino de Astronomia. In SBF (Ed.), *Atas do 8º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* (pp. 21–28). Águas de Lindóia: SBF.
- Jafelice, L. C. (2010). Abordagem Antropológica: educação ambiental e astronômica desde uma perspectiva intercultural. In L. C. Jafelice (Ed.), *Astronomia, educação e cultura* (pp. 213–299). Natal: EDUFRN.
- Jafelice, L. C. (2015). Astronomia Cultural nos ensinos Fundamental e Médio. *Revista Latino-Americana de Educação Em Astronomia – RELEA*, 19, 57–92.
- Kantor, C. A. (2012). *Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Paula Cristina da Silva Gonçalves e
Maurício Compiani

Lago, L., Ortega, J. L., & Mattos, C. (2018). A Lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de Astronomia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 20.

Lanciano, N. (1986). Weeks of Astronomy in the countryside. *ESA Spec. Publ.*, 211–215.

Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeu y pensar como Copérnico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 2(7), 173–182.

Leite, C. (2002). *Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Leite, C. (2006). *Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lima, M. L. de S. (2006). *Saberes de Astronomia no 1º e 2º ano do ensino fundamental numa perspectiva de letramento e inclusão* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Longhini, M. D., & Gomide, H. A. (2014). Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos do Ensino Fundamental. *Revista Latino-Americana de Educação Em Astronomia – RELEA*, (18), 49–71.

Longhini, M. D., Gomide, H. A., & LUZ, T. M. (2016). *OLHE: Observatório Local do Horizonte da Escola: uma proposta para o Ensino de Astronomia*. Jundiá: Paco Editorial.

Massey, D. (2009). *Pelo espaço: uma nova política da espacialidade*. Bertrand.

Medeiros, L. A. L. (2006). *Cosmoeducação: uma abordagem transdisciplinar no ensino de Astronomia* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Mesquita, S. C. F. (2011). *Projeto “O calendário e a medida do tempo”: Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Nascimento, F. B. (2021). *Contextualização do ensino de astronomia pelos conhecimentos locais: uma possibilidade para a formação continuada* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Peixoto, D. E. (2018). *Astronomia como disciplina integradora para o ensino de Ciências* (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Silva, T. P. da, & Bisch, S. M. (2020). Nossa posição no Universo: uma proposta de sequência didática para o ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 29, 27–49. doi: 10.37156/relea/2020.29.027.

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.