

Estratégias didáticas e figuras de retórica utilizadas por licenciandos de Física e Biologia para o ensino de macro e micromedidas

Didactic strategies and figures of rhetoric used by physics and biology undergraduates to teach macro and micromedidas

Rafael Gustavo Rigolon

Universidade Federal de Viçosa – Câmpus de Viçosa
rafael.rigolon@ufv.br

Roberto Nardi

Universidade estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Bauru
nardi@fc.unesp.br

Resumo

Devido à limitação cognitiva humana para compreender medidas astronômicas e microscópicas, algumas estratégias de representação foram desenvolvidas para ilustrá-las. Para alcançar alguma aproximação da ideia de tamanho e outras grandezas físicas, os professores de disciplinas científicas optam por estratégias didáticas e figuras retóricas que julgam ser adequados. Alguns desses métodos alcançam seu objetivo didático, mas outros mantêm a noção de grandeza um tanto quanto imprecisa. Por isso, esta pesquisa teve como objetivo conhecer o que licenciandos de Física e de Biologia de duas universidades públicas fazem nesse sentido. Foram observadas oficinas por eles ministradas sobre diversos áreas científicas, nas quais as estratégias foram classificadas, analisadas e avaliadas. Observou-se que os mesmos possuem um arcabouço amplo de ações que ilustram macro e micromedidas, mas executadas com pouca profundidade e de modo intuitivo. As estratégias didáticas e recursos de retórica aqui são apresentados para que se fomente pesquisas futuras sobre essa problemática.

Palavras chave: medidas, grandezas, ensino de ciências, estratégias didáticas.

Abstract

Due to the human cognitive limitation to understand astronomical and microscopic measures, some representation strategies were developed to illustrate them. To reach some approximation of the idea of size and other physical magnitudes, teachers of scientific disciplines opt for didactic strategies and rhetorical figures that they deem appropriate. Some of these methods achieve their didactic goal, but others retain the notion of grandness somewhat imprecise. Therefore, this research had as objective to know what future teachers of Physics and Biology of two public universities does for this. They were observed in several scientific areas where the strategies were classified, analysed and evaluated. It was observed that they have a broad framework of actions that illustrate big and small measurements, but executed with little depth

and intuitive way. The didactic strategies and rhetorical resources are presented here, in order to encourage future research on this issue.

Key words: measures, magnitudes, science teaching, didactic strategies.

Introdução

Atualmente, existe avanços que estão sendo feitos em uma variedade de disciplinas científicas e tecnológicas, como a Astrofísica, a Química, Ciências Ambientais e da Terra, Biotecnologia e Nanociência. Como os avanços em ferramentas para observar e manipular objetos físicos e naturais ultrapassam os limites da exploração científica para escalas muito grandes e muito pequenas, há desafios continuamente emergentes para os professores ajudarem os alunos a conceituar significativamente estes tamanhos que existem fora de sua faixa experimental.

A capacidade dos humanos em compreender e utilizar escalas de medidas extremamente pequenas ou grandes é bastante limitada. A Natureza capacitou as pessoas para bem assimilar medidas aproximadas ao do corpo humano, na ordem de metros, e a noção de tempo em torno do tempo médio de vida humana. Micro e macromedidas de distância e tempo, como nanômetro, ano-luz, picossegundo e milhão de anos, por exemplo, são de difícil entendimento. De acordo com Dawkins (2001, p. 239), o cérebro humano foi evolutivamente adaptado a lidar com faixas estreitas de tamanho e tempo. Os ancestrais humanos “não tinham necessidade de lidar com tamanhos e tempos fora da faixa estreita que abrange os assuntos práticos cotidianos, por isso nunca evoluiu em nosso cérebro a capacidade de imaginá-los”.

Sobre essa questão, Primack e Abrams (2008, p. 41) afirmam que “o universo existe em escalas de tamanho, tais como o tamanho dos átomos, com o qual humanos não têm conexão consciente. O que acontece nessas escalas de tamanho está além da experiência humana – e talvez até além da nossa imaginação”. Segundo os autores, os objetos do Universo encontram-se em escalas de tamanho exóticas sobre as quais a maior parte das pessoas nunca pensa. “As pessoas raramente pensam sobre átomos porque eles são tão pequenos comparados à escala de tamanho da consciência normal, e com as estrelas temos o mesmo problema na direção oposta” (PRIMACK; ABRAMS, 2008, p. 119).

Como a compreensão das medidas fora da escala humana é extremamente difícil e demanda um esforço cognitivo que nem sempre é suficiente, o entendimento do mundo microscópico é praticamente todo metafórico. É compreensível que os alunos, como qualquer outra pessoa, tenham dificuldades em compreender verdadeiramente o quão pequenos são, por exemplo, o protozoário *Paramecium* (50 μm), o comprimento de onda da luz vermelha (700 nm) ou um átomo de hélio (0,3 Å). Do mesmo modo, as distâncias astronômicas também se apresentam inimagináveis. Como um aluno interpreta a imensidade da distância entre a Terra e Marte quando se fala em futuras viagens espaciais? Quando se diz que a Galáxia de Andrômeda está a dois milhões de anos-luz, qual é a ideia de distância que é construída pelos estudantes?

É importante, portanto, que os professores conheçam as concepções de tamanho que seus alunos apresentam, para que possam, então, utilizar estratégias didáticas sobre macromedidas como os diâmetros e as distâncias dos corpos astronômicos. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é a de identificar e analisar as estratégias que licenciandos de Biologia e Física utilizam para ensinar essas medidas.

Revisão de literatura

De acordo com Livi (1990, p. 128), os alunos e os professores devem ser encorajados e treinados para entender, medir, calcular e utilizar todos esses conceitos sobre medidas e grandezas. “O importante é quebrar o medo de trabalhar com pequenos e grandes números”. Primack e Abrams (2008, p. 190-191) afirmam que os números “em geral não pretendem ser precisos, e sim sugerir espectros de tamanhos gerais. Escala de tamanho é um conceito aproximado, mas para o universo é tudo o que precisamos”.

Segundo Meneses, Ferreira e Nascimento (2010), por exemplo, alunos do 8º ano do Ensino Fundamental têm dificuldade em imaginar o real tamanho de uma célula e, muitas vezes, chegam a pensar que a célula é um órgão do corpo humano. Essa crença pode estar relacionada à influência das ilustrações de células dos livros didáticos, representadas como estruturas grandes, redondas e coloridas. Ao passo em que falta esclarecimento de que estas ilustrações são apenas modelos representativos para facilitar a compreensão, e não imagens fidedignas da realidade, os alunos não entendem que células são microscópicas e diferentes dos modelos que conhecem. Segundo as autoras, o conteúdo celular e molecular, devido ao seu aspecto microscópico, torna-se muito abstrato e de difícil compreensão para o aluno.

Perez (2008, p. 18) verificou ainda que os alunos estagiários nos últimos anos de Licenciatura em Matemática, quando ministram suas aulas durante o Estágio Supervisionado, no 6º ano do Ensino Fundamental, também apresentam algumas dificuldades quanto aos conceitos dessa área de conhecimento. “Utilizam as grandezas e as medidas em muitas situações, porém demonstram insegurança ao planejar uma aula sobre esse tema”. Situação semelhante foi verificada nos cursos de Pedagogia.

Condição similar é evidenciada em outros países. Jones *et al.* (2013), ao estudar professores e licenciandos da Áustria, EUA e Taiwan, verificaram que os educadores possuem grande dificuldade em exemplificar micromedidas e que os estadunidenses são os que possuem menor acurácia. O estudo dos conceitos de escala dos professores estadunidenses mostrou que os professores novatos e veteranos tinham mais exatidão ao determinar o tamanho de um objeto em grandes escalas do que escalas pequenas. Menos de 30% dos veteranos e menos de 10% dos novatos citaram corretamente objetos de tamanho na ordem de micrômetros e nanômetros. Mais estudos tendem a conhecer mais sobre o conceito e o ensino de escala dos professores e como ajudam a formar o conhecimento de seus alunos por meio de intervenções instrucionais.

Para colaborar com a melhoria do ensino das ciências com relação aos tamanhos, vários autores têm sugerido ou utilizado algumas estratégias didáticas para representar de outras formas as macro e micromedidas. Rigolon (2013) recomenda o uso de analogias quantitativas, que correlacionam quantidades de itens ou de determinadas grandezas ou a proporção entre essas grandezas. A título de exemplo, é possível dizer que se o átomo de hidrogênio tivesse o tamanho de uma bola de pingue-pongue, o átomo de cálcio teria o tamanho de uma bola de handebol e o de cério, o de uma de basquete.

O conceito de escala é correlacionado ao de analogia quantitativa, pois ambas precisam da noção de proporção para serem entendidas. Nos dois casos, o entendimento inclui a habilidade de conceitualizar tamanhos, quantidades e unidades de medida abstratas que definem esses constructos. Escala é definida por Houaiss (2009) como a relação entre as dimensões de um desenho e o objeto por ele representado. Os mapas frequentemente são apresentados informando a escala na qual foram produzidos, relacionando a medida de grandeza real com a escalar (a da representação). As proporções podem também ser acompanhadas de ilustração, modelos concretos ou modelos virtuais. A proporção entre os diâmetros da Terra e da Lua podem bem ser representados por desenhos no quadro-negro (JONES *et al.*, 2013).

Além dessas estratégias imagéticas, os professores fazem uso de figuras de linguagem para ilustrar os tamanhos dos objetos que aparecem em suas aulas. Aí, está um grande problema,

pois, em muitas delas, cabe ao ouvinte a interpretação, que, por ser subjetiva, pode levar a concepções alternativas. Como resultado, os alunos nem sempre as compreendem bem e sua utilização pode conduzir a conclusões erradas, levando, em alguns casos, à indução de concepções alternativas.

Objetivos e metodologia

Essa pesquisa teve por objetivo o de conhecer e avaliar os recursos didáticos que licenciandos de Biologia e Física utilizaram para explicar o tamanho de objetos de tamanhos variados, principalmente os que aparecem em Astronomia e Biologia Celular, em suas aulas do Estágio Supervisionado.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratória, que deriva das investigações de uma tese sobre formações de professores de Biologia e Física. Para Bardin (2011), a pesquisa qualitativa é válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais.

Para tanto, foram investigadas quatro turmas de licenciandos de duas universidades públicas que estavam no último período de seus cursos: uma turma de Biologia e outra de Física de uma universidade paulista e outras duas dos mesmos cursos numa universidade mineira, o que totaliza 58 participantes (37 de Biologia e 21 de Física). Esses licenciandos foram selecionados, por já terem de desenvolver em suas disciplinas de Estágio Supervisionado oficinas sobre áreas de conhecimento específicas de seus cursos como Astronomia, Cosmologia, Microbiologia, Citologia, *etc.* para alunos do Ensino Médio. Acompanhadas pelos pesquisadores, essas oficinas foram observadas e tiveram suas falas e ações transcritas e registradas. Segundo Chizzotti (2010, p. 53), “o observador, munido de uma listagem de comportamento, registra a ocorrência destes comportamentos em um determinado período de tempo, classificando-os em categorias ou caracterizando-os”.

As turmas de licenciandos não tiveram interferência dos pesquisadores em sua elaboração e nem em sua aplicação. Os discursos foram transcritos e analisados de acordo com a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Os nomes dos participantes foram substituídos por abreviações em maiúsculas. Como resultados, são apresentadas as estratégias didáticas e as figuras de linguagem empregadas por esses licenciandos (em negrito nos discursos).

Apresentação e discussão dos resultados

Durante suas oficinas, os licenciandos percebem que as medidas que aparecem em suas explicações, quando muito grandes ou muito pequenas, causam estranheza nos alunos, que demonstram por meio de falas e expressões faciais um desconforto com os números. É aí que as tentativas de outras representações apareceram. Aparecem aqui os discursos dos licenciandos JUA, JOV e ALE, da Física e, MAT e ROB, da Biologia.

O licenciando JOV falou sobre o acelerador de partículas LHC (*Large Hadron Collider*). Esse é o único momento em que se fala sobre micromedidas:

JOV: Aí, a gente está falando de partículas [*hádrons*]. Vocês conseguem imaginar o tamanho de uma partícula? **Imaginem o tamanho de um fio de cabelo. Se eu dividir o fio de cabelo em dez mil partes iguais, vai estar próximo do que é o tamanho de uma partícula.** Agora, eu te pergunto: é fácil pegar essa partícula minúscula e fazer se chocar duas ao mesmo tempo num lugar preciso? É muito complicado. **Uma das analogias que eles usam** para tentar

explicar é se vocês imaginarem duas agulhas. Vocês conseguem ver duas agulhas? Eu vou chocá-las e fazê-las colidir uma com a outra, só que eu vou ter que ter as lançado a dez quilômetros de distância. Então, eu vou ter uma agulha aqui [*aponta com laser no canto superior esquerdo do quadro-negro*] e uma outra lá [*aponta no outro canto*] a dez quilômetros de distância e vou fazê-las se chocarem ponta com ponta para conseguir obter algum resultado satisfatório nesse experimento.

JOV apresentou uma **analogia de grandeza** para representar o tamanho do hádron e uma **analogia de proporção** para a precisão da colisão de hádrons. Segundo Rigolon (2013, p. 7), as analogias de grandeza comparam quantidades de grandezas físicas enquanto as de proporção comparam as razões entre as grandezas de outros dois ou mais objetos. Esses dois tipos de analogia quantitativa conseguem correlacionar medidas de objetos desconhecidos pelos alunos com outras que são mais próximas do seu cotidiano. Para o autor, “a característica matemática das analogias também pode ter um imenso valor no ensino das ciências, pois pode conferir uma noção mais palpável das dimensões”.

Não é possível, entretanto, determinar a origem da primeira analogia, se elaborada pelo próprio licenciando ou cooptada de literatura especializada. A segunda, porém, é apresentada, não como uma estratégia didática produzida pelo licenciando, mas como uma estratégia que os físicos que trabalham com o LHC empregam para explicar a dificuldade da precisão de uma colisão de hádrons. JOV faz questão de deixar claro isso ao afirmar que é “uma das analogias que eles [*os físicos, os cientistas*] usam para tentar explicar”.

Em outro momento, JUA, após ter falado sobre Relatividade, passa para Física Quântica. Nesse discurso, registram-se duas estratégias – a **adjetivação** e a **ênfase no número**:

JUA: A gente viu o mundo das **coisas muito grandes**, na Relatividade, e deu uma passadinha no mundo das **coisas muito pequenas**. A parte básica das coisas muito pequenas é muito difícil para a gente, é bastante difícil para os nossos professores e eu acho que não é fácil para ninguém. O que seria interessante guardar desse mundo das coisas muito pequenas que seria a Mecânica Quântica, a Física Quântica? Pensem como se, quando eu vejo as coisas muito pequenas, e quando eu falo de muito pequenas, eu estou falando de um elétron. Como JOV tinha colocado brilhantemente, **é zero vírgula 31 zeros** [*escreve 0,0000... no quadro-negro*]... alguma coisa.

Alunos [*espantam-se*]: Nossa!

Para mostrar o quão pequeno é um elétron, JUA recorre à ênfase no número, na qual informa a quantidade de algarismos que compõem um número grande para dar a ideia da grandeza de um objeto. JUA, ao escrever e contar os 31 zeros ilustrativos da massa do elétron (9×10^{-31} kg), pretendeu impressionar os alunos pela extraordinariedade da medida, cuja quantidade de algarismos não faz parte do cotidiano dos alunos. No entanto, o número por si só não possibilita que os alunos concebam o tamanho dos elétrons, pois o próprio vínculo do número à sua medida é impossível, assim como a imaginação da medida, que foge dos parâmetros observáveis humanos (DAWKINS, 2001).

Além disso, o licenciando JUA adjetiva a dimensão do elétron e dos objetos concernentes à Mecânica Quântica como ‘muito pequenos’. Primack e Abrams (2008) alertam que os adjetivos não dão ideia precisa de medida e sempre são relativos. Os adjetivos até podem colaborar com a noção da medida; mas, isolados, são vagos. As adjetivações, muitas vezes, conferem medidas irrealistas ou não dão a ideia precisa da medida. Primack e Abrams (2008, p. 190) afirmam que a ciência precisa de uma língua na qual possa discutir as medidas “sem cair em palavras vagas

como ‘imenso’, ‘minúsculo’ ou a mais enganosa de todas, ‘infinito’. (Só porque um tamanho é grande demais para percebermos não quer dizer que ele é literalmente sem limites.)”.

Em alguns casos, é difícil saber se o adjetivo é metafórico ou literal. Adjetivos como faraônico, gigantesco, ciclópico, homérico, hercúleo, titânico, *etc.* fazem referência a seres (faraós, gigantes, ciclopes, Homero, Hércules, Titãs), para os quais não há medidas exatas mensuráveis e, portanto, inapropriadas para dar a noção de tamanho. Certamente, são metafóricos. Válidos para tal propósito são os adjetivos que fazem jus à comparação proporcional, como dizer que “um planeta tem proporções jupiterianas” (tamanho de Júpiter), “uma carreta elefântica” (peso de um elefante), “um micélio de dimensões bacterianas” (tamanho de uma bactéria), “um crime holocástico” (quantidade de mortos equivalente à do Holocausto), entre outros. Mas, enfim, até que ponto a qualidade “elefântica” deve ser literalmente interpretada? Aliás, como saber que tipo de interpretação deve ser dada?

Num momento posterior, os licenciandos exibiram uma animação em que objetos de todas as grandezas eram gradualmente exibidos e tinham seus tamanhos comparados:

JOV: Eu vou mostrar agora para vocês um pequeno vídeo do tamanho das partículas. **Ele é escalonado**. Se vocês quiserem, eu mostro depois. Reparem nesse cantinho [*mostra na projeção*], na potência de dez que começa com zero, e aí eu vou diminuir-las para vocês verem [*exibe um vídeo do programa The Scale of the Universe 2, que mostra uma sucessão de figuras aparecendo conforme a escala de tamanho vai diminuindo na potência de dez*]. Aqui o tamanho de uma bola de basquete com uma régua. Vamos diminuindo mais um pouco. Um ovo de codorna...

Aluno: Gente, que coisa louca!

JUA: Vocês conseguem ver a dimensão de como **as coisas vão ficando menores**, cada vez menores, menores, menores e bem menores do que a gente poderia imaginar do que elas eram tipo um átomo. Elas são bastante pequenas.

JOV: Vocês querem ver a parte maior, aumentar? Então, vamos lá.

ALU5: O que é isso?!

JOV: Agora vocês estão vendo alguns asteroides. Algumas luas dos planetas. **Plutãozinho**.

Nesse episódio, JOV e JUA apresentam três outras estratégias: a **representação em escala**, a **gradação** e o **diminutivo**. Escala é definida por Houaiss (2009) como a relação entre as dimensões de um desenho e o objeto por ele representado. Primack e Abrams (2008, p. 41) recomendam o uso de escalas para dar ideia de medidas astronômicas, já que estão “além da experiência humana”. O desafio é trazer esses valores para a escala experimental humana (JONES *et al.*, 2013).

O programa computacional *The Scale of the Universe 2*¹ une as vantagens da representação dos objetos em escala, a mobilidade virtual dos objetos e a noção de gradação acompanhada pelas potências de dez. Nesse caso, a estratégia da gradação, algo que não funcionaria se não contasse com os recursos computacionais, consegue prender a atenção dos alunos e, pelas suas falas, parece demonstrar o quão minúsculo ou imenso são os objetos de medidas extremas do Universo.

Durante a mostra do programa, os licenciandos adjetivaram as partículas subatômicas como pequenas (adjetivação) e até apresentaram, de forma um pouco jocosa, Plutão no diminutivo de modo a ressaltar sua dimensão menor que outros astros. Empregar o nome dos objetos no

¹ Criado por Cary e Michael Huang e disponível na página HTTwins <<http://httwins.net/scale2/>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

diminutivo ou no aumentativo é uma forma de comparação, pois só se é grande ou pequeno em relação a um parâmetro.

Para explicar as distâncias entre os planetas, o licenciando ALE apresenta uma tabela com o **tempo gasto** para se percorrê-las com alguns meios de transporte:

ALE: Aí, um panorama de como seria uma viagem até esses planetas. Então, **um carro com uma velocidade de 120 km/h vai demorar 600 anos até chegar a Júpiter**. 120 km/h, viajando constantemente sem nenhum intervalo [*risos*]. Olha como Júpiter está longe de nós. Aí, para chegar até Saturno, levaria 1200 anos viajando a 120 km/h sem parar. E para chegar até essa *Alpha Centauri*, que é a estrela mais próxima da gente, demoraria 38 milhões de anos.

Para dar a noção das distâncias astronômicas, ALE utiliza a estratégia do cálculo do tempo de viagem, pela qual se tem ideia da distância dos planetas pelo tempo que um meio de transporte conhecido pelos alunos levaria para alcançá-lo. O cálculo do tempo gasto é uma estratégia bastante apropriada, recomendada pelo Observatório Nacional (2013), referência no ensino de Astronomia no Brasil.

Nas oficinas de Biologia, ROB falou sobre ácaros na sua fala introdutória de Microbiologia. Nela, o licenciando faz uso de um **pseudonumeral**, que apenas indica ser uma grande quantidade, mas não a especifica:

ROB: Os travesseiros estão cheios de ácaros. Esses ácaros se alimentam de células mortas do seu rosto, por exemplo, que ficam no tecido do travesseiro. Não há registro que esses ácaros fiquem na sua pele, mas no travesseiro, chegando a **zilhões** de organismos no travesseiro. E a medida deles é em torno de 0,25 e 0,75 milímetros.

Os pseudonumerais são expressões de cunho informal que simulam a função de um numeral (HOUAISS, 2009). Da mesma forma que algumas analogias de qualificação e alguns adjetivos não mostram a verdadeira medida do objeto, o pseudonumeral não informa a quantidade. Quando se fala que alguém tem “um zilhão de tarefas”, só se sabe que são muitas, mas não quantas. O mesmo vale para trocentos, multilhão, *etc.* (a maioria neologismos). Estritamente, os pseudonumerais tendem à hipérbole e, por isso, devem ter uso evitado nas informações científicas.

Em outro momento, falando sobre a enorme quantidade de comida desperdiçada no Restaurante Universitário (RU), MAT usa uma **metonímia**:

MAT: Se você extrapolar essa média de desperdício, só com o desperdício do almoço no mundo inteiro, daria para alimentar 2,2 bilhões de pessoas. Então, **são dois continentes africanos**. Então, olhem o tamanho do desperdício e olhem que número gigantesco

De acordo com Houaiss (2009), a metonímia “consiste no uso de uma palavra fora do seu contexto semântico normal, por ter uma significação que tenha relação objetiva, de contiguidade, material ou conceitual, com o conteúdo ou o referente ocasionalmente pensado”. Dessa forma, o objeto do domínio base pode passar a funcionar como uma unidade de medida.

Os tipos de estratégias didáticas ou figuras de retórica utilizadas para dar a noção de tamanho aos objetos das oficinas que foram apresentados por esses licenciandos de Biologia e de Física são apresentados resumidamente no Quadro 1.

Estratégias didáticas/ figuras de retórica		Definição	Exemplo
Adjetivação		Qualificação do objeto com um atributo (adjetivo).	x é muito grande; y é microscópico.
Analogia	de grandeza	Comparação entre as quantidades de uma grandeza física entre dois ou mais objetos.	x tem n metros, o equivalente a tantos y .
	de proporção	Comparação entre as razões das grandezas de dois objetos com as de outros dois objetos.	Se a tivesse o tamanho de b , c teria o tamanho de d .
Diminutivo/aumentativo		Palavra que designa um ser menor/maior que o normal com o objetivo de atenuar sua significação.	x é um $yzinho$ porque só tem n quilômetros.
Ênfase no número		Ênfase na contagem de algarismos, casas decimais ou número do expoente.	x possui n metros, ou seja, o número 1 seguido de m zeros.
Gradação		A apresentação da medida acontece de maneira gradativa, por aumento ou diminuição.	Se pegarmos um metro e dividi-lo por mil, temos o milímetro; se dividirmos o milímetro por mil, temos o micrômetro. Nesse caso, x tem n micrômetros.
Metonímia		Uso de palavra fora do contexto original e que funciona como unidade de medida.	x perdeu n campos de futebol em queimadas; utilizaram n piscinas olímpicas para apagar o incêndio.
Pseudonumeral		Palavra que simula a função de um numeral, mas como tal não existe.	x tem um zilhão de quilômetros; y passou por lá pela n ésima vez.
Representação em escala		Relação entre as dimensões de um desenho e o objeto por ele representado.	x foi desenhado na escala 1:5; y é apresentado num aumento de 10 vezes.
Tempo gasto		Cálculo do tempo que um objeto gastaria para percorrer determinada distância.	x demoraria y anos para dar uma volta completa na linha do Equador.

Quadro 1. Estratégias didáticas e figuras de retóricas utilizados pelos licenciandos pesquisados

Vale ressaltar que esses métodos que os licenciandos utilizaram para ilustrar ou melhorar a percepção dos alunos sobre as medidas de grandeza física foram, na maioria das vezes, acompanhados de uma modulação na voz, um aumento ou diminuição no tom da fala, por exemplo, para salientar a extrema grandeza ou pequenez da medida.

Conclusões

Considerando-se que alguns autores, como Primack e Abrams (2008) e Dawkins (2001),

expõem o problema da dificuldade biológica do entendimento de macro e micro medidas, outros, como Livi (1990), Meneses, Perez (2008) e Ferreira e Nascimento (2010), chamam a atenção para a dificuldade de alunos e professores em lidar não só com as representações dessas medidas como com os números utilizados em si. Portanto, o que se vê em muitas aulas de Ciências e disciplinas específicas são exposições de objetos astronômicos ou microscópicos sem algum cuidado mais metodológico para representá-los de outros modos sem que se percam suas proporções.

No intento de ilustrar essas medidas, os professores e, neste caso, os licenciandos, acabam de modo instintivo empregando todo tipo de estratégia. Essas estratégias não são aprendidas nos cursos de graduação, mas são adaptadas de suas vivências cotidianas e, por vezes, adquiridas da literatura e da internet.

Estratégias como as analogias quantitativas de grandeza e de proporção (RIGOLON, 2013), representação em escala e cálculo do tempo gasto (OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2013) são mais estruturadas e objetivas e, por isso, têm uma probabilidade maior em afigurar objetos de grandes ou pequenas dimensões. A gradação cria a ilusão de que determinada quantidade de medida pode ser entendida se alcançada gradualmente começando-se de medidas da alçada humana. Nessa progressão, perde-se o parâmetro de referência no caminho. Os demais métodos – adjetivação, diminutivo ou aumentativo, ênfase no número, metonímia e pseudonumeral – servem mais para tornar o conceito da quantidade de medida mais incisiva e tocante ao realçar sua extraordinariedade. Essas figuras de linguagem e adornos estilísticos, apesar de não funcionar para a objetividade da medida, enriquecem o discurso do professor.

Os futuros professores estudados nesta pesquisa mostraram um pouco do que esse universo de representações científicas pode oferecer. Espera-se que esse levantamento inicial motive futuros estudos sobre o discurso docente e estratégias de ensino para medidas de grandeza que fogem da percepção imediata humana.

Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro parcial a esta pesquisa.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Ed. rev. e ampliada. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. 280 p.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. 11. Ed. São Paulo: Cortez, 2010. 164 p. (Biblioteca da educação. Série 1. Escola, v. 16).
- DAWKINS, R. **O relojoeiro cego**: a teoria da evolução contra o desígnio divino. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- HOUAISS, A. **Houaiss eletrônico**, v. 3.0. Rio de Janeiro: Objetiva, jun. 2009.
- JONES, M. G. *et al.* Teacher's concepts of spatial scale: an international comparison. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 14, pp. 2462-2482, 2013.
- LIVI, R. P. Como estimar dimensões e grandezas físicas: pequenos e grandes números. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: CBEF, v. 7, n. 2, pp. 128-132, ago. 1990.
- MENESES, A. S.; FERREIRA; O. M. F.; NASCIMENTO; L. M. M. Avaliação de uma

sequência didática sobre células para o Ensino Fundamental: contribuições de licenciandos para a aproximação escola-universidade. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE", 6, São Cristóvão, 20-22 set. 2012. **Anais...** São Cristóvão, 2012.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **A escala do universo**: comparando distâncias. *In*: Ead: Astrofísica Geral 2013. Disponível em: <http://www.on.br/ead_2013/site/conteudo/cap4-distancia/distancia.html>. Acesso em: 6 mai. 2015.

PEREZ, M. **Grandezas e medidas**: representações sociais de professores do Ensino Fundamental. 2008. 201 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PRIMACK, J. R.; ABRAMS, N. E. Panorama visto do centro do universo: a descoberta do nosso extraordinário lugar no cosmos. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

RIGOLON, R. G. As analogias quantitativas e a nova classificação pela natureza da relação analógica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindoia, 2013. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 10-14 nov. 2013.