

ELEMENTOS DE TERRAS RARAS NA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO DE PROFESSORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Gabriel Teles de Proença - Graduando em
Licenciatura em Ciências da Natureza,
Universidade de São Paulo, campus USP Leste

RESUMO

A partir de um estudo quantitativo e qualitativo, esse artigo investigou, a partir de coleta de dados e revisão bibliográfica, a presença de Elementos de Terras Raras (ETR ou TR) na formação para o ensino de Ciências do Ensino Fundamental de São Paulo. Para isso, foi feita uma consulta com graduandos e graduados no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo sobre a abordagem deste conteúdo durante todo o seu período de formação, ou seja, desde a Educação Básica até o Ensino Superior. Para além disso, esse artigo irá evidenciar o que são esses elementos, o que os caracteriza e suas aplicações nos dias atuais, direcionando assim como os ETR podem estar presentes no ensino de Ciências e na formação docente, contrapondo e refletindo sobre as informações coletadas durante a consulta pública realizada.

INTRODUÇÃO

Os Elementos de Terras Raras (ETR ou TR) correspondem a 17 elementos químicos da atual Tabela Periódica, que apresentam semelhança nas suas propriedades químicas e físicas, sendo esses elementos os Lantanídeos (14 elementos que possuem o subnível eletrônico 4f) junto aos elementos Ítrio (Y), Escândio (Sc) e Lutécio (Lu). Apesar deste nome, esses elementos não se apresentam como terras e também não são raros (FORMOSO et. al., 2016; GOUVEA et. al., 2014). Devido às suas configurações eletrônicas, estes apresentam propriedades de absorção e emissão de luz, e comportamento magnético únicos, o que reflete nos usos desses elementos (SOUSA FILHO et.al., 2019), que vão desde a metalurgia, catálise, craqueamento de petróleo, ímãs permanentes, produção de vidro, energia limpa e materiais luminescentes, até na composição de tecnologias modernas, como smartphones, televisores e monitores, discos rígidos, veículos híbridos e elétricos e muitos outros (FORMOSO et. al., 2016, SOUSA FILHO et. al., 2019).

Sendo a escola a instituição que proporciona acesso aos saberes (CORDEIRO, 2007), orientado por princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral, seja pessoal, profissional e de cidadania (BRASIL, 1996; BRASIL, 2018), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é “[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...]” (BRASIL, 2018), para que assim seja garantido quais e como os conhecimentos estarão presentes nessa base social.

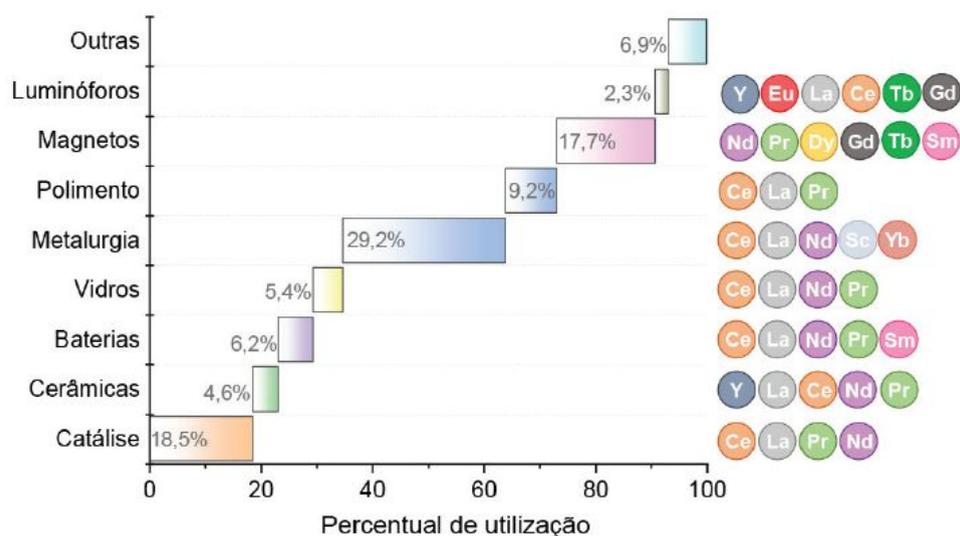


Figura 1 - Aplicação dos Elementos de Terras Raras (SOUSA FILHO et. al., 2019)

De acordo com o art. 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei nº 9394/96):

“Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos.”

Assim, a BNCC não é o único documento que norteia o ensino, uma vez que este é um referencial nacional, em que cabe aos Estados, Distrito Federal e Municípios desenvolverem currículos específicos, baseados neste documento nacional, que atendam às particularidades regionais (BRASIL, 2018). Com isso, temos o Currículo da Cidade, um documento do Município de São Paulo que alinha as orientações curriculares as aprendizagens essenciais nesta região, orientado pelo documento nacional (SÃO PAULO, 2017).

Sendo estes documentos norteadores, os Elementos de Terras Raras não estão presentes de modo explícito, podendo estes serem abordados nos conteúdos relacionados a constituição da matéria, elementos químicos, tabela periódica, eletricidade, condutividade, métodos de obtenção de energia e magnetismo, que, no Currículo da Cidade (SÃO PAULO, 2017), está presente no 9º ano do Ensino Fundamental, no eixo Matéria, Energia e suas Transformações, segundo o documento relacionado às Ciências Naturais.

9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL			
Eixos	Objetos de Conhecimento	Objetivos de Aprendizagem e Desenvolvimento	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
MATÉRIA, ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos químicos, átomos e estrutura da matéria • Transformação química em termos de recombinação de átomos • Eletricidade e matriz energética • Magnetismo • Eletromagnetismo 	(EF09C01) Elaborar explicações sobre a constituição da matéria, considerando modelos construídos em diferentes épocas.	
		(EF09C02) Planejar investigações sobre a conservação de massa em reações químicas.	
		(EF09C03) Planejar investigações sobre circuitos elétricos para compreender o funcionamento de equipamentos, eletrodomésticos e sistemas de iluminação.	
		(EF09C04) Desenvolver modelos sobre as transformações de energia envolvidas na produção de energia elétrica e reconhecer a composição da matriz energética brasileira.	
		(EF09C05) Argumentar sobre o processo de escolha de equipamentos elétricos residenciais com base no consumo de energia, utilizando o raciocínio matemático.	
		(EF09C06) Coletar e interpretar informações sobre acidentes decorrentes da eletricidade e relacionar formas de prevenção para evitá-los.	
		(EF09C07) Debater, com base em dados e informações, sobre os impactos ambientais decorrentes da exploração dos recursos utilizados na produção de energia elétrica para estimar possíveis relações de custo-benefício.	
		(EF09C08) Compreender as interações entre magnetismo e eletricidade.	
		(EF09C09) Elaborar perguntas sobre os fatores que afetam a intensidade da força magnética.	
		(EF09C10) Coletar dados e produzir evidências sobre a existência de campos magnéticos.	
		(EF09C11) Aplicar conhecimentos sobre eletromagnetismo para explicar o funcionamento de diversos equipamentos, especialmente os que atuam na comunicação humana.	
		(EF09C12) Avaliar o avanço tecnológico na aplicação da radiação eletromagnética no diagnóstico e no tratamento de doenças.	

Figura 2 - Conteúdos do 9º ano do Ensino Fundamental no eixo temático Matéria, Energia e suas Transformações no currículo de Ciências Naturais do município de São Paulo (SÃO PAULO, 2017)

Ainda de acordo com a LDB/96 no art. 32, cabe ao Ensino Fundamental promover:

“[...] II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
 III - o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
 [...]”

Pensando nisso, nas áreas relacionadas ao ensino de ciências, temos o que é chamado de Alfabetização Científica, que consiste em promover a compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos considerados básicos e fundamentais, além de contextualizar a natureza das ciências, os fatores éticos e fatores políticos relacionados a esse, integrando ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SKARPA & CAMPOS, 2018).

Para que isso ocorra, Lemke (apud SASSERON & CARVALHO, 2011) acredita que é importante que o professor esteja atento para os conhecimentos prévios dos alunos, e junto a isso os significados que já possuem determinadas palavras, para assim estabelecer relações entre as palavras com o conteúdo e conhecimento trabalhados. Com isso, um conceito pode ser melhor compreendido, sendo, nesse modelo, importante não apenas o produto final, mas sim o processo de construção e reconstrução do conhecimento.

De acordo com Snow (1995, apud MOURA, 2018), há um abismo entre as humanidades e as ciências exatas/naturais, o que faz com que o ensino das ciências seja enraizado em uma visão racional, de regras absolutas, se apresentando de modo alienante. Assim, segundo Moura (2018), cabe quebrar esses paradigmas e mostrar as ciências de modo integrado às ciências humanas, uma vez que o conhecimento científico é um fruto histórico e cultural.

Sendo o ensino sobre Elementos de Terras Raras um assunto pouco comentado em estudos e pesquisas científicas, seja na área das Ciências ou da Educação, que pode englobar tanto o ensino de ciências como geografia, se mostra relevante investigar a presença desse conteúdo e sua abordagem durante a Educação Básica. Para isso, neste artigo iremos apresentar uma análise feita para compreender qual o conhecimento de futuros, e/ou atuais, professores de Ciências formados no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo e a presença da abordagem sobre Elementos de Terras Raras no Ensino Fundamental em São Paulo.

METODOLOGIA

Para avaliar o conhecimento de futuros e/ou atuais professores de Ciências do Ensino Fundamental de São Paulo, foi feito um estudo com graduandos e graduados do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo, campus USP Leste, a partir de um formulário online na plataforma Google sobre o tema “Elementos de Terras Raras no ensino de Ciências de São Paulo”.

Este formulário é composto por 21 perguntas, sendo 14 delas alternativas e 7 dissertativas, em que, dentre as dissertativas, 4 são opcionais. Dividido em 4 seções, na primeira são coletados dados do respondente, na segunda o conhecimento de ETR, na terceira o ensino de ETR e na quarta a perspectiva e interesse dos respondentes sobre os ETR. Nele foram coletadas 38 respostas entre o período de 2 semanas, dos dias 3 de outubro de 2020 à 16 de outubro de 2020.

A partir das respostas coletadas, será feita uma relação com o conteúdo e aplicação deste no ensino de Elementos de Terras Raras no Ensino Fundamental e na graduação de licenciaturas, mais especificamente de Ciências da Natureza.

OS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS

De acordo com Sousa Filho e colaboradores (2014) o termo “terras” está relacionado ao isolamento desses elementos advirem de minerais em forma de óxidos, em que óxidos metálicos na época (séculos XVIII e XIX) eram chamados de “terra”, enquanto o termo “raras” está relacionado a complexidade de suas separações. Apesar de haver poucas

regiões com distribuição concentrada, esses elementos são abundantes na crosta terrestre, se apresentando na forma de silicatos (por volta de 43%), carbonatos (23%), óxidos (14%), e fosfatos e oxissais relacionados (14%). Em sua maioria (96%), suas composições são de Ce, Y, La ou Nd. Na crosta terrestre estão em condrito, granitos e em diferentes tipos de carbonatitos, como é possível ver na tabela 1 (FORMOSO et. al., 2016).

Tabela 1 ETR: números atômicos, abundância (ppm) na crosta superior, em condrito, em granitos e em carbonatitos.

Elementos	Números Atômicos	Crosta Superior*	Crosta#	Condrito†	Rochas Graníticas ‡	Cálcio Carbonatito§	Magnésio Carbonatito§	Ferro Carbonatito§
Y	39	22	-	na‡	38	119	61	204
La	57	30	30	0,34	55	608	764	2666
Ce	58	64	60	0,91	104	1687	2183	5125
Pr	59	7,1	8,2	0,121	12	219	560	550
Nd	60	26	28	0,64	47	883	634	1618
Pm	61	n.a	n.a	n.a	na	na	na	na
Sm	62	4,5	6,0	0,195	8	130	45	128
Eu	63	0,88	1,2	0,073	1,1	39	12	34
Gd	64	3,8	5,4	0,26	7,4	105	-	130
Tb	65	0,64	0,9	0,047	1,1	9	4,5	16
Dy	66	3,5	3,0	0,30	6,2	34	-	52
Ho	67	0,80	1,2	0,078	1,5	6	-	6
Er	68	2,3	2,8	0,20	4,2	4	-	17
Tm	69	0,33	0,48	0,032	0,69	1	-	1,8
Yb	70	2,2	3,0	0,22	4,3	5	9,5	15,5
Lu	71	0,32	0,5	0,034	0,68	0,7	0,08	-

*Taylor e MacClennan, 1985
 ‡ Lapido-Loureiro et al., 1989

#Taylor, 1964
 § Wooley e Kempe (1989)

†Wakita, et al., 1971
 ‡ na = não avaliado

Tabela 1 - Relação dos Elementos de Terras Raras na Crosta Terrestre (FORMOSO et. al., 2016)

As similaridades relativas dos ETR se deve às suas configurações eletrônicas muito particulares relacionadas aos elétrons no subnível 4f, que não se encontram em regiões externas mas sim internas dos níveis eletrônicos, o que faz com que seus raios atômicos sejam pouco afetados, permitindo assim que conservem suas propriedades observadas em átomos livres. Para além disso, essa configuração eletrônica confere a eles propriedades de absorção e emissão de luz, e comportamento magnético únicos, o que reflete nos usos desses elementos (SOUSA FILHO et.al., 2019).

Devido suas ocorrências naturais na forma de óxidos/oxossais ou fluoretos, e a similaridade de seus raios atômicos, estes elementos passaram despercebidos por um longo período de tempo, fazendo com que se achasse que aquilo que é uma mistura de elementos fosse um elemento só. Foi a partir de 1970 que isso foi mudando, quando químicos começaram a isolar esses elementos que, até então, não tinham grande aplicabilidade e interesse comercial (SOUSA FILHO et. al., 2019). Na figura 3 temos a descoberta cronológica desses elementos.

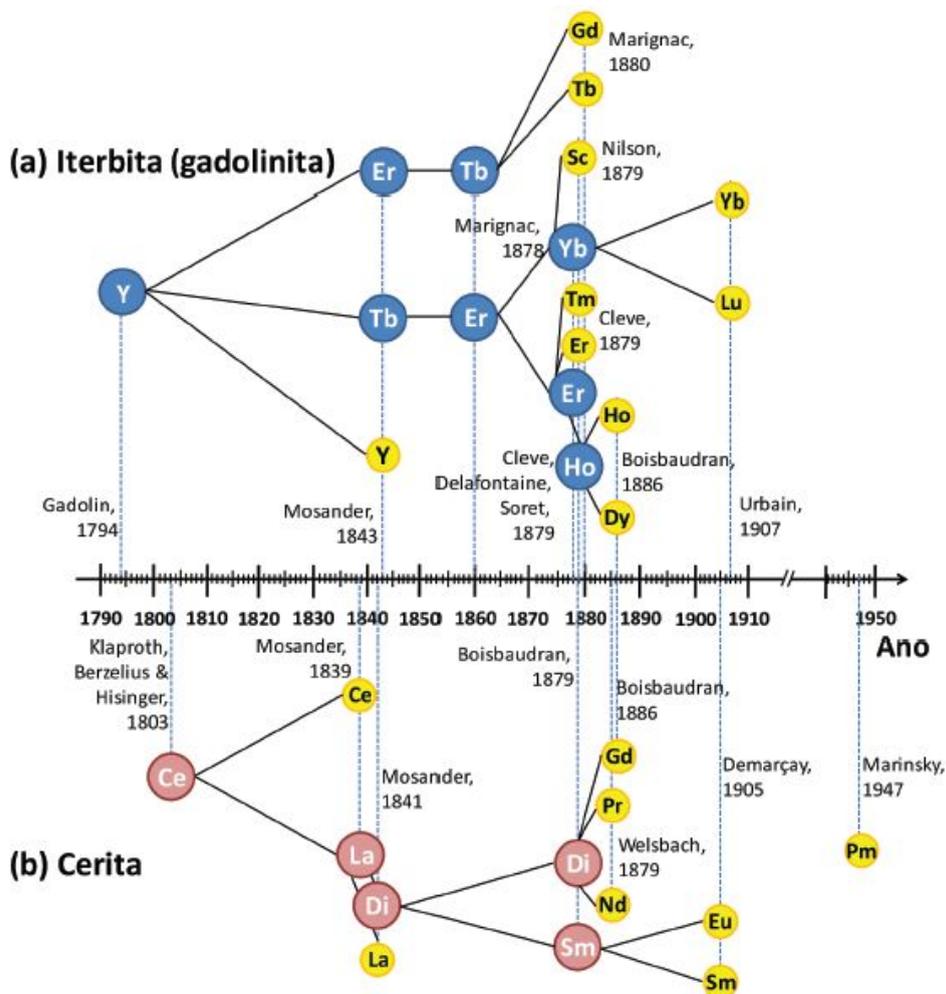


Figura 3 - Cronologia das descobertas dos Elementos de Terras Raras (SOUSA FILHO et. al., 2019)

Apesar disso, antes mesmo de serem isolados, Henry Moseley e Niels Bohr já previam a existência de mais lantanídeos, por acharem, respectivamente, que o número atômico e a configuração eletrônica eram fatores determinantes e organizacionais na descrição das tendências periódicas. Assim, Bohr introduziu uma lei periódica para a Tabela Periódica com intergrupos para a organização dos elementos (SOUSA FILHO et. al., 2019; SOUSA FILHO et. al., 2014), nos quais estes elementos se encontram organizados até hoje, como pode ser observado na figura 4.

Atualmente, em nível mundial, são estimadas aproximadamente 132.000.000 ton de óxidos, minerais alcalinos intrusivos, carbonatitos, depósitos lateríticos, fluviais e costeiros de ETR, em que a China possui um terço desse valor, enquanto o Brasil possui reservas de 22.000.000 ton (SOUSA FILHO et. al., 2019). Apesar de pouco abordadas nos meios de informação e comunicação, esses elementos são de grande demanda e valor, porém na forma de produto final, não como matéria prima, ou seja, como elementos isolados, não em sua forma natural (SOUSA FILHO et. al., 2014).

Devido ao alto custo para o tratamento e separação desses elementos, e a demora para o retorno financeiro deste, o interesse para essa produção, por parte de empresas, é baixo, sendo a China o país que mais investiu e arrecada com esse produto, comercializando por volta de 95% dos compostos de ETR. Dentre os processos de

Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo, seguido por 3 (7,9%) pós graduandos que tiveram vínculo com o curso, 2 (5,3%) graduados do curso e apenas 1 (2,6%) que já possui título na pós graduação. A maioria dos respondentes (37 dos 38) residem no estado de São Paulo, em que, destes, 20 (54,1%) são da cidade de São Paulo, 14 (37,8) da região metropolitana e 3 (8,1%) do interior de São Paulo.

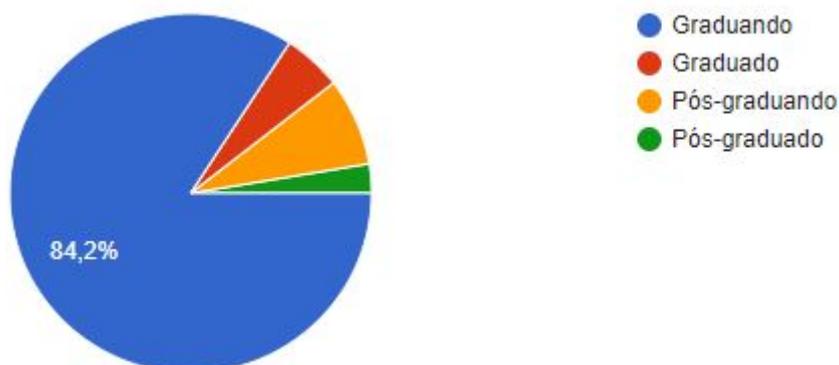


Gráfico 1 - Escolaridade dos respondentes que possuem/possuíram vínculo com o curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade de São Paulo.
(Autoria própria, 2020)

Na segunda seção, relacionada ao conhecimento dos respondentes sobre os Elementos de Terras Raras, apenas 14 pessoas (36,8%) afirmaram conhecer ETR. Quando questionados sobre as utilidades ou presença destes elementos no cotidiano, 27 pessoas (71,1%) responderam não conhecer, enquanto 8 (21,1%) e 3 (7,9%) responderam talvez e de forma positiva, respectivamente. Diante disso, foram citados seus usos como supercondutores, ímãs, aplicação tecnológica (celulares, televisão, computadores) e bateria elétrica de carros.

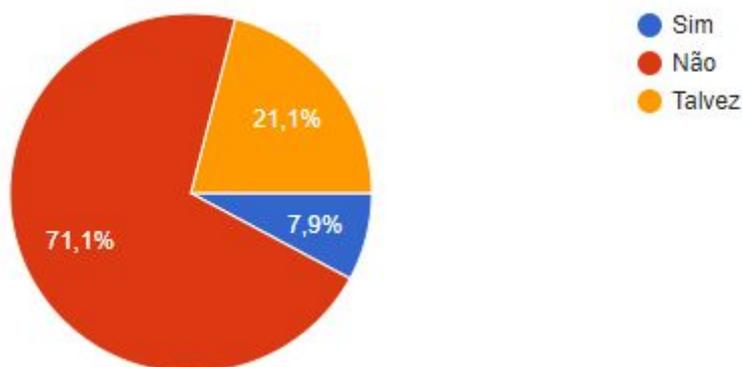


Gráfico 2 - Conhecimento dos respondentes sobre as utilidades/presença dos ETR no cotidiano.
(Autoria própria, 2020)

Ainda nessa seção, quando solicitado uma descrição dos ETR e justificativa sobre esse nome, 13 pessoas (34,2%) não souberam responder, enquanto as outras 25 pessoas (65,8%) colocaram. Destes últimos, obtivemos 5 respostas não satisfatórias, ou seja, que apresentavam informações totalmente erradas, 15 respostas parcialmente satisfatórias, ou

seja, incompletas ou com alguma informação equivocada, e 5 respostas satisfatórias. Dentre as respostas com algum cunho informativo, temos:

“Eu só sei porque são os elementos que estão na coluna de baixo da tabela periódica.”

“São metais utilizados pela indústria, difíceis de serem obtidos mesmo sendo abundantes, por isso possuem o nome de “terras raras”. Existem 17 elementos de terras raras.”

“Eu não conheço praticamente nada sobre elementos de terras raras, já ouvi falar em algum momento da vida, mas não lembro de onde. Acho que eles são metais com propriedades bem parecidas e difíceis de extrair, e se não me engano são caros. Mas não sei se essas informações estão corretas.”

“São os elementos que pertence ao grupo dos lantanídeos na tabela periódica. O nome vem do fato de serem difíceis de serem encontrados.”

“Não conheço, mas o nome indica que são elementos de difícil acesso.”

“Elementos que apresentam a elétrons no subnível f, que recebem esse nome por serem difíceis de serem isolados”

“As terras raras são um conjunto de elementos químicos dos lantanídeos e alguns actinídeos. São raras pela quantidade desses elementos em relação aos demais.”

“Metais encontrados em pouca quantidade na terra (ouro, prata, cobre entre outros)”

“Não conheço, mas me parece ser algo difícil de se encontrar ou mesmo de se acessar.”

Na terceira seção, sobre o ensino de ETR, 29 respondentes (76,3%) disseram que não terem contato com esse conteúdo na Educação Básica e 9 (23,7%) não tinham certeza de ter tido esse contato, assim, nenhum dos respondentes afirma ter conhecido os ETR na Educação Básica. Alguns destes que não haviam certeza (2 respondentes), comentaram que lembram vagamente desse conteúdo no ensino de química, porém sem aprofundamento.

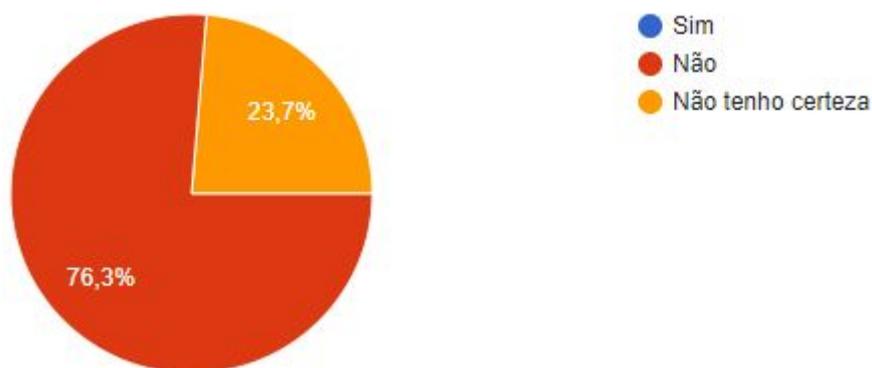


Gráfico 3 - Contato dos respondentes com os ETR na Educação Básica.
(Autoria própria, 2020)

Ao serem questionados sobre o contato com o conteúdo de ETR no Ensino Superior, houve uma mudança nas respostas, em que 9 (23,7%) afirmaram terem contato com esse tema, 13 (34,2%) não souberam dizer e 16 (42,1%) negaram. Daqueles que

tiveram certeza ou estavam em dúvida, foram citadas que esse contato estava relacionado às disciplinas de Química (38,1%), Física (14,3%) e Geologia (47,6%), nos conteúdos de: elementos da tabela periódica; eletromagnetismo e; metais, minerais e solo.

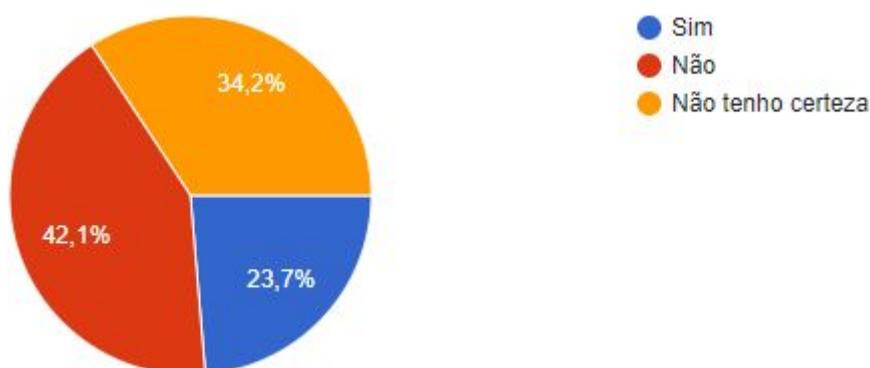


Gráfico 4 - Contato dos respondentes com os ETR no Ensino Superior.
(Autoria própria, 2020)

Ao serem questionados em quais áreas aplicariam esse conteúdo, podendo escolher mais de uma delas, 27 pessoas (87,1%) responderam Química e Geologia, seguindo por 6 (18,4%) em Física, 5 (16,1%) em Astronomia, e 3 (9,7%) em Biologia. Dos 38 respondentes, 17 (44,7%) responderam como abordariam esse tema em sala de aula, no qual se destacaram os seguintes apontamentos:

“Abordaria falando sobre a localização deles na tabela periódica, distribuição eletrônica, e sobre o uso desses elementos”

“Falaria em um aspecto geral, usando principalmente a tabela periódica. Além de mostrar as aplicações, como a do imã. Se fosse possível, também levaria um para fazer uma demonstração.”

“Eu acho que abordaria numa perspectiva sobre a utilização dos elementos que temos na natureza, benefícios e malefícios, e sobre reciclagem/reutilização, que pouco é discutida.”

“Usaria magnetos disponíveis para compra e demonstraria em sala de aula alguma propriedade desses ímãs em física através de alguns experimentos. Pode-se abordar esse tema em eletromagnetismo e tratar de assuntos como "Lei de Lenz", "Força de Lorentz", "Solenóides", "Supercondutores" e mostrar as várias aplicações que se têm desses elementos no cotidiano, atualmente.”

“Poderia abordar de diferentes formas, pela perspectiva molecular e propriedades físicas, pela composição e formação de planetas e solos, e pelo próprio estudo do solo numa visão mais voltada pro ensino de geologia.”

“Acho que explicando sobre a formação da crosta terrestre, depósitos de minerais e decaimento radioativo. Ou explicando sobre os grupos da tabela periódica.”

“Hoje todos usam eletrônicos, e precisa de estudo interdisciplinar para que se aprenda sobre o tema”

Quando questionados sobre se sentirem seguros para abordar esses conteúdos em sala de aula, 30 pessoas (78,9%) responderam não, enquanto 6 (15,8%) responderam talvez e apenas 2 (5,3%) responderam sim. Ao serem questionados o quanto sabem sobre

os ETR em temas específicos, como estrutura atômica, tabela periódica, exploração mineral, métodos de separação, comercialização mundial, aplicabilidade tecnológica, aplicabilidade energética, e presença no cotidiano, em que 1 representava pouco e 4 muito, na maioria dos casos, entre 20 e 28 pessoas responderam saber pouco sobre esses temas, sendo o que mais apresentou resultado positivo a tabela periódica, com 12 respostas favoráveis a conhecer sobre o tema, e o que apresentou resultado mais negativo os métodos de separação, aplicabilidade tecnológica, aplicabilidade energética, e presença no cotidiano, com nenhuma resposta totalmente favorável a conhecer sobre o tema.

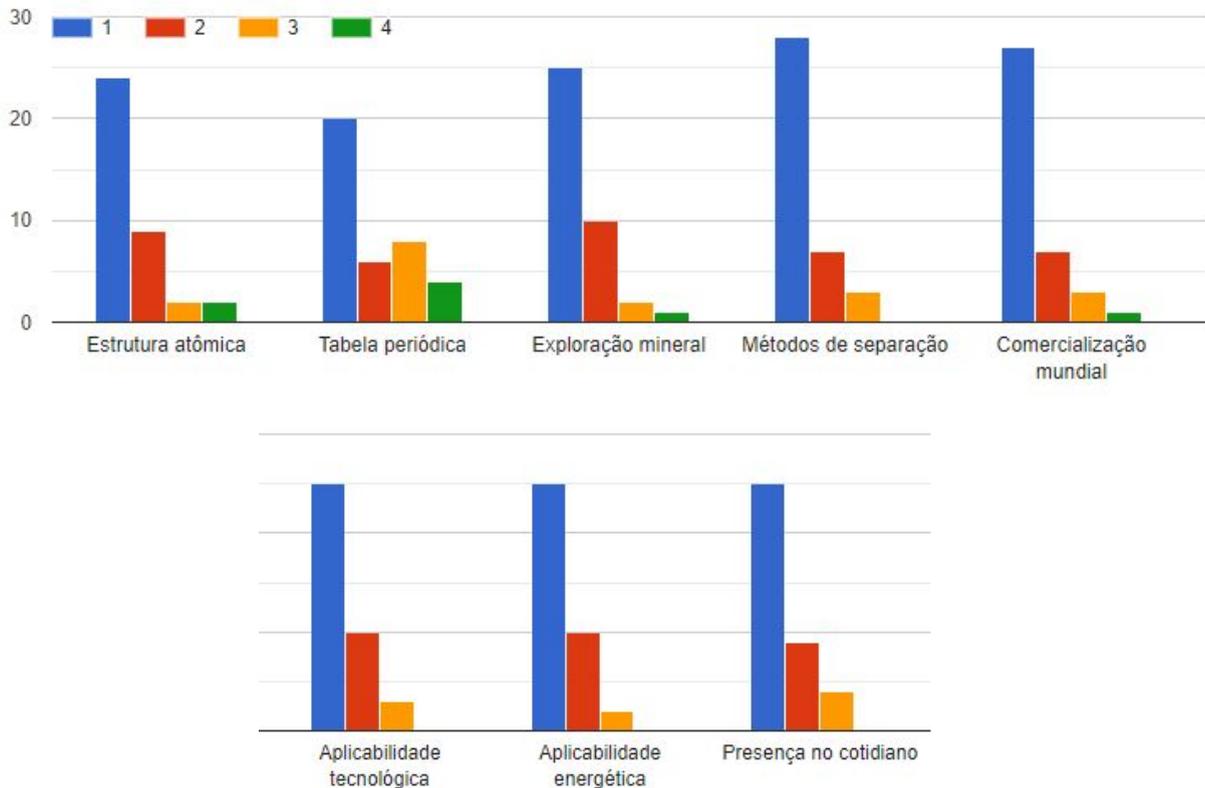


Gráfico 5 - Conhecimento dos respondentes sobre os ETR em temas específicos.
(Autoria própria, 2020)

Na última seção, a perspectiva e interesse dos respondentes sobre os ETR, 32 pessoas (84,2%) acreditam que é importante abordar esse assunto, enquanto 6 (15,8%) não veem tanta importância. Quanto a importância dos ETR, 31 pessoas (81,6%) acham esses elementos importantes, enquanto 7 pessoas (18,5%) não acham importante. Destes respondentes, 34 (89,4%) ainda não atuam como professores, 2 (5,2%) atuam na Educação Básica, 2 (5,2%) em cursinhos pré vestibular, 1 (2,6%) no Ensino Superior, e 2 (5,2%) de outras formas. Por fim, a maioria dos respondentes (97,4%) ficaram interessados em conhecer mais os ETR após responder a pesquisa, e apenas uma pessoa (2,6%) não demonstrou tal interesse.

DISCUSSÃO

A partir das respostas obtidas por esse formulário, é perceptível que a maioria dos respondentes têm o mínimo, quando não nulo, conhecimento sobre os ETR, isso não apenas pela resposta auto avaliativa em que apenas 14 pessoas (36,8%) responderam conhecer estes elementos, mas sim pelas respostas descritivas que foram dadas por todos quando questionados sobre o que seriam esses elementos e o porquê de seus nomes.

Daqueles que tentaram responder e não possuíam muito conhecimento do assunto (13,1%), tivemos apenas a interpretação do nome e um julgamento de que os ETR são raros na natureza e, em alguns casos, são até apontados como elementos que não possuem nenhum tipo de correlação com estes, como é o caso da citação de ouro, prata e cobre. Daqueles que apresentaram resposta alinhada com os ETR, mas que apresentavam algum erro ou equívoco (39,8%), temos falas genéricas sobre a localização desses elementos na tabela, falas sobre sua organização eletrônica, similaridade de propriedades e sobre seus difíceis isolamentos, em que as falhas mais recorrentes foram sobre a quantidade de elementos (falas com 15 elementos ou associando eles aos actínideos) e sobre a sua quantidade na crosta terrestre. Das falas interpretadas como satisfatórias (13,1%), temos, além das informações corretas que foram apresentadas por aqueles de resultado parcialmente satisfatório, a presença da utilidade destes elementos, suas presenças na natureza, e exemplificação de elementos que estão presentes.

Quanto às perguntas voltadas para o ensino de ETR, temos que nenhum dos respondentes se recorda de ter tido contato com esses elementos durante a Educação Básica, e que apenas 9 destes (23,7%) confirmam o contato com esse tema no Ensino Superior nas áreas de Geologia, Química e Física, de maior para menor frequência. Apesar das respostas apontarem para uma maior visibilidade destes elementos na área da Geologia, pouco foi falado sobre sua exploração ou sobre sua comercialização. Já a área da Química é aquela em que os respondentes apresentaram maior correlação, o que pode estar relacionado ao nome que é apresentado, “Elementos de Terras Raras”. A área de Física, apesar de ter sido onde os respondentes afirmaram ter menos contato, apresenta uma qualidade de respostas consideráveis, uma vez que estão relacionados aos ímãs e apresentam uma aplicação mais perceptível no cotidiano. Sendo a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental uma área interdisciplinar entre as Ciências da Natureza e Exatas, esse se mostra como um caminho para, além da teoria envolvendo esses elementos na Geologia e Química, mostrar a presença e aplicação dos ETR no cotidiano, trabalhando de forma prática este conteúdo na salas de aula.

Ao analisar as formas como aplicariam esse conteúdo, temos que a maioria associa ele a estas mesmas 3 áreas, abordando de modo que utilize: a tabela periódica; suas distribuições eletrônicas; o uso e presença dos elementos no cotidiano; as propriedades, dentre elas magnética, dos elementos; métodos de reciclagem e reutilização dos ETR; e formação na crosta terrestre. Dentre estes, as propriedades magnéticas, tabela periódica e presença no cotidiano (em eletrônicos mais especificamente) foram os mais citados entre aqueles que souberam responder a questão. Apesar de 17 respondentes (44,7%) terem apresentado essas respostas, apenas 2 (5,3%) se disseram seguros para tratar deste tema em sala de aula, e 30 (78,9%) disseram não se sentirem seguros. Quando somado esse fator aos respondentes apresentarem baixo conhecimento sobre os ETR em temas específicos relacionados ao que eles mesmos sugeriram, sendo cerca de 20 à 28 pessoas

(52,6% a 73,7%), vemos que a abordagem destes conteúdos na formação superior destes futuros professores é de extrema importância para apresentação, discussão e “popularização” deste assunto, não só nas instituições de ensino básico, mas também nos meios sociais, políticos, industriais e financeiros, para que assim seja reconhecida a importância e uso, estimulando a exploração e manufatura desses elementos no país. Isso se mostra necessário e condizente, uma vez que os respondentes (84,2%) acreditam que seja importante abordar esse assunto nas escolas, e pela sua maioria destes (97,4%) terem ficado interessados em conhecer mais os ETR após responder a pesquisa.

Assim, temos que, apesar de alguns estudantes terem apresentado resultados favoráveis sobre a presença deste conteúdo em sua formação, é preciso que este seja tratado com mais atenção nas disciplinas, uma vez que, aparentemente, apesar de mencionados, não possuem destaque, limitando assim que estes futuros profissionais tenham contato e disseminem informações sobre esses elementos. Detalhes como aplicabilidade e presença de seu uso em sala de aula de forma prática, como o caso dos ímãs, se mostrou interessante e marcante àqueles respondentes que tiveram contato e se mostraram conhecer o conteúdo em questão. Para além disso, é necessário estimular a capacidade de raciocínio e de julgamento destes futuros professores, melhorando a capacidade reflexiva e desenvolvendo competências do pensamento para gerar sujeitos pensantes e críticos (LIBÂNEO, 2004), que tenham os instrumentos necessários para não apenas aprender e aplicar, mas também buscar, investigar e utilizar seu conhecimento. Para além disso, estes estudantes devem se familiarizar e se sentirem aptos a usar recursos externos a sua formação profissional para que assim consigam trabalhar com conteúdos complexos ou pouco difundidos. Junto a isso, estudos acadêmicos voltados para o ensino deste tema, assim como de outros, são de extrema relevância para essa difusão e conhecimento por parte daqueles que buscam se informar e enriquecer suas aulas.

Indo para a prática na Educação Básica, existem diversas formas de interações que podem ser exploradas para trabalhar um conteúdo, como exposição oral de ideia, leitura de texto, elaboração de uma atividades e pesquisas, uso e análise de gráficos e imagens, uso de recursos audiovisuais, entre outro, para promover, aplicar ou reforçar saberes durante o processo de ensino e aprendizagem (SASSERON & CARVALHO, 2011). Cabe ao professor ser aquele que traduz o conhecimento, ou seja, que não reproduz ou deposita aquilo que foi construído e conquistado historicamente, mas que envolva os alunos a este conhecimento, promovendo a eles uma descoberta, construção, compreensão e aplicação desse conhecimento, transcriando saberes (CORAZZA, 2016). Para que isso ocorra, é preciso que este professor esteja informado e consciente de seu papel e daquilo que é seu objeto de estudo, se permitindo transformar e trabalhar conteúdos, neste caso os ETR. Uma das metodologias que podem ser aplicadas para tal é o ensino por investigação, no qual o professor auxilia o aluno, elaborando o planejamento e aplicação de atividades ou sequências didáticas que instruem e deem suporte para que o aluno seja autônomo e tenha conhecimento do tema trabalhado, promovendo o engajamento, interesse e efetividade no ensino (SKARPA & CAMPOS, 2018).

Retomando a ideia de Snow (1995, apud MOURA, 2018) sobre o abismo entre as humanidades e as ciências exatas/naturais, esse conteúdo pode ser trabalhado de modo histórico e geopolítico, mostrando como esses elementos foram descobertos e utilizados com o tempo no Brasil e no mundo, abordando como esses elementos que não tinham utilidade até o séc XX ganharam espaço, destaque e usos na sociedade atual. Para além

disso, discutir como estes elementos refletem na política, exploração e comercialização mundial se mostra como uma via importante e interdisciplinar, uma vez que a produção e distribuição destes estão relacionados a um único país, a China, que está se destacando cada vez mais a nível mundial em diversos setores.

Apesar de outros veículos poderem se apresentar como “popularizadores” dos ETR, as instituições de ensino, seja elas básicas ou superiores, se mostram como uma rede de contatos e de conhecimento promissores para o desenvolvimento não apenas de saber, mas também de estímulo para o avanço tecnológico e exploratório destes elementos, de modo direto e indireto, podendo refletir em setores financeiros, políticos e comerciais, uma vez que o Brasil possui reservas em solos ferralíticos que podem ser utilizados, se viabilizados e investidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diantes deste estudo e das informações apresentadas, é possível concluir que o ensino de ETR não se mostra prioritário ou com destaque, seja na formação básica como superior, apesar deste último apresentar melhores resultados na pesquisa, mas ainda baixos. Assim, é necessário que estas instituições de ensino promovam a formação de cidadãos conscientes e informados sobre aquilo que os envolve, uma vez que os ETR são elementos presentes e importantes para o estilo de vida da sociedade atual.

Neste artigo foram apresentadas, seja pelos respondentes, pelas bibliografias ou por própria reflexão durante este documento, que existem formas de viabilizar este ensino e, conseqüentemente, aprendizado sobre os ETR a partir de ferramentas, discussões, contextualizações, pesquisas e aplicações desses elementos, no qual as propriedades magnéticas, tabela periódica e presença no cotidiano (em eletrônicos mais especificamente) foram aqueles que mais se destacaram, de modo geral, na pesquisa. Assim, cabe aos atuais e futuros professores das áreas relacionadas a Ciências incentivar e promover a difusão do conhecimento dos ETR, de modo que não reflita apenas na educação, mas também na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) n. 9394/1996.** Brasília: Senado Federal, 1996.
- CAVALCANTI, L. S. **Mediação pedagógica e formação de conceitos.** São Paulo: Cad. Cedes, vol. 25, n. 66, pg 185 - 207, 2005.
- CORAZZA, S. M. **Currículo e Didática da Tradução: vontade, criação e crítica.** Porto Alegre: Educ. Real., vol.41, n.4, pp.1313-1335, 2016.
- CORDEIRO, J. **Didática.** São Paulo: Contexto, 2007.
- FORMOSO, M. L. L.; PEREIRA, V. P.; MENEGOTTO, E.; NARDI, L. V. S.; NETO, A. C. B.; GOUVEA, A. D. V.; NAVARRO, F. C.; ROVERI, C. D. **Terras raras: considerações sobre o Planalto de Poços de Caldas, MG no novo cenário mundial.** Natal: Holos, Vol. 4, pg 101 - 109, 2014.
- LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; SANTOS, R. L. C. **Brasil e a reglobalização da indústria das terras raras.** Rio de Janeiro: CETEM/ MCTI, 2013.
- LIBÂNEO, J. C. **A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov.** Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Educação, n. 27, 2004.
- LIMA E CUNHA, M. C. **Os elementos terras raras e sua importância para o setor mineral do Brasil.** In. Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, pg. 68 - 83, 2016.
- MOURA, C. B. **Química & Arte: Explorando Caminhos Criativos em um Projeto com Estudantes de Ensino Médio.** Recife: REDEQUIM, vol. 4, pg 118 - 132, 2018.
- SÃO PAULO. **Secretaria Municipal de Educação. Currículo da Cidade: Ensino Fundamental: Ciências Naturais.** São Paulo: SME/COPED, 2017.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin.** São Paulo: Ciência & Educação, v. 17, n. 1, p. 97 - 114, 2011.
- SKARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.** São Paulo: Estudos Avançados, 32 (94), 2018.
- SOUSA FILHO, P. C.; GALAÇO, A. R. B. S.; SERRA, O. A. **Terras Raras: Tabela Periódica, descobrimento, exploração no Brasil e aplicações.** São Paulo: Quim. Nova, Vol. 42, No. 10, pg 1208 - 1224, 2019.
- SOUSA FILHO, P. C.; SERRA, O. A. **Terras raras no Brasil: histórico, produção e perspectivas.** São Paulo: Quim. Nova, Vol. 37, n. 4, pg 753 - 760, 2014.