



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

HENRIQUE SILVA DE SOUZA

**DISCURSO MATEMÁTICO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR ALUNOS
COM DEFICIÊNCIA VISUAL USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE**

Marabá- PA

2020

HENRIQUE SILVA DE SOUZA

**DISCURSO MATEMÁTICO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR ALUNOS
COM DEFICIÊNCIA VISUAL USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientação: Prof. Dr. Ronaldo Barros Ripardo.

Marabá-PA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho da Unifesspa

Souza, Henrique Silva de

Discurso matemático e aprendizagem de física por alunos com deficiência visual usuários do sistema Braille / Henrique Silva de Souza ; orientador, Ronaldo Barros Ripardo. — Marabá, PA : [s. n.], 2020.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Marabá, 2020.

1. Cegos – Educação - Matemática. 2. Cegos – Educação - Física. 3. Braille (Sistema de escrita). 4. Cegos – Sistemas de impressão e escrita. 5. Matemática – Estudo e ensino. 6. Física – Estudo e ensino. I. Ripardo, Ronaldo Barros, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. III. Título.

CDD: 22. ed.: 371.911

Elaborada por Adriana Barbosa da Costa - CRB2/391



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Ata n. 7 - Defesa de Mestrado

1 Ao vigésimo sexto dia do mês outubro do ano de 2020, às 15 horas, reuniu-se a Banca
2 Examinadora composta pelos pesquisadores Prof. Dr. Ronaldo Barros Ripardo
3 (presidente e orientador), Profa. Dra. Lucélia Cardoso Cavalcante Rabelo (membro
4 interno) e Profa. Dra. Fernanda Carla Lima Ferreira (membro externo). A banca
5 avaliou a proposta de dissertação do mestrando HENRIQUE SILVA DE SOUZA,
6 intitulada "DISCURSO MATEMÁTICO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR ALUNOS
7 USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE". Aberta a sessão pelo presidente da banca,
8 coube ao candidato, na forma regimental, expor o tema de sua dissertação dentro do
9 tempo regulamentar, sendo em seguida arguido pelos examinadores, que
10 consideraram a proposta de dissertação APROVADA, recomendada a produção de
11 dois artigos. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às 17 horas, dela
12 sendo lavrada a presente ata, que segue assinada pela Banca Examinadora e pelo
13 mestrando.

Marabá, 26 de outubro de 2020.



Emitido em 26/10/2020

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 50/2020 - PPGECM (11.26.09)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 27/10/2020 16:11)
FERNANDA CARLA LIMA FERREIRA
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
1871868

(Assinado digitalmente em 27/10/2020 15:54)
HENRIQUE SILVA DE SOUZA
COORDENADOR
2011217

(Assinado digitalmente em 28/10/2020 08:21)
LUCÉLIA CARDOSO CAVALCANTE RABELO
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
2418119

(Assinado digitalmente em 28/10/2020 14:03)
RONALDO BARROS RIPARDO
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR
1802611

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.unifesspa.edu.br/documentos/> informando seu número: **50**, ano: **2020**, tipo: **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**, data de emissão: **27/10/2020** e o código de verificação: **28735214e3**

À minha querida mãe, Lucineide Silva, por todo apoio, amor, compreensão e motivação ao longo não só dessa árdua trajetória, mas ao longo de toda a vida. Sem o seu amor me motivando a cada dia, nada teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, e acima de tudo, a Deus, por sua infinita misericórdia e bondade. Reconheço que sem Ele não teria chegado até aqui. Foi Ele quem renovou minhas forças e me deu ânimo para continuar mesmo em meio às muitas adversidades. Toda honra e glória sejam dadas ao nome do Senhor.

À minha querida mãe, Lucineide Silva, razão do meu viver, minha eterna gratidão por tudo que ela representa para mim; por todas as batalhas que enfrentou para que eu pudesse ter acesso à educação e ser quem sou; por sempre ter me apoiado e acreditado em mim. Essa conquista é mais dela que minha. Te amo, mãe!

Com lágrimas, faço esse agradecimento ao meu querido pai, Arody Palácio de Souza (*in memorian*). Como é difícil! Mas, agradeço imensamente ao meu pai pela grande pessoa que ele foi e por seu exemplo de humildade. Te amarei eternamente, pai. Um dia nos veremos outra vez.

Aos meus irmãos Ronueres (*in memorian*), Lídia, Kaleb, Livia (*in memorian*), Matheus e Gabrielle. Pessoas que também sempre foram motivo para que eu continuasse estudando e acreditando que um dia poderia ajudá-los.

Ao meu avô e minha avó, Aduino José (*in memorian*) e Loide Palácio. Muito obrigado por todo amor e carinho a mim dispensados. Obrigado por todas as orações e por sempre terem acreditado em mim. Sempre que ligava para minha avó encontrava renovo e forças. Te amo muito, minha mãezinha.

Às minhas tias Silonita, Sulamita, Sineide, Aurineide, Luciene, Lucimar e aos meus tios, Abiezer, Eliezer e Abilene. Obrigado por também terem sonhado juntamente comigo e por terem acreditado que o sonho se tornaria realidade. Amo cada um de vocês.

A todos os meus primos e primas, que não farei menção dos nomes pois são mais de cinquenta, agradeço por toda força, palavras de ânimo e compreensão ao longo de toda essa trajetória. Vocês são demais. Estão bem guardados em meu coração.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência e Matemática-PPGECM, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-Unifesspa, agradeço por cada ensinamento, pelo empenho em nos propiciar um ensino com qualidade e nos tornar cidadãos e profissionais mais críticos e, acima de tudo, mais humanos. Obrigado por terem sido compreensivos e nunca terem deixado

de acreditar em cada um de nós da turma 2018. É certeza que o sucesso dessa conquista também é de vocês

Aos meus colegas e amigos de turma (Alice, Abel, Alcineide, nossa Tatá, Jussara, Iran, Janaina, Terezinha, Jael, Carlesom, Darlan, Josidalva, Cremilda e Maria, nossa Mazé). Agradeço a vocês por todo apoio, companheirismo e por sempre terem me incentivado em momentos em que pensei em desistir. Obrigado por nunca terem soltado a mão de ninguém.

Um agradecimento especial aos amigos: Carlesom, por sempre ter estado perto, ter prestado apoio e por sempre mostrar que estava disposto a ajudar no que fosse necessário; Cremilda, por toda sua simplicidade, companheirismo e ajuda em momentos difíceis, uma pessoa que realmente se preocupa e ama o próximo; Janaina, por também ter sido uma pessoa tão verdadeira, tão próxima e companheira em todas as horas de aflição; Maria José, por seu imenso coração, por ter sido uma mãezona para mim, por todas as palavras de ânimo, de encorajamento, pelas inúmeras vezes que segurou em minhas mãos, pelas muitas aventuras durante o mestrado e pelos incontáveis risos. Amigos, tenham certeza que amo imensamente cada um de vocês.

Aos meus amigos Dawyson, Vinícius, Matheus, Gardel, Igor, Paulin, Junin e Gustavo por toda força, ajuda e compreensão que tiveram para comigo e por sempre terem acreditado em mim.

Ao meu querido orientador, Prof. Dr. Ronaldo Barros Ripardo, agradeço por todos os ricos ensinamentos e pela compreensão que sempre teve para comigo. Por ter sido muito preciso em sua orientação, por ter me dado liberdade e segurança enquanto pesquisador. Serei imensamente grato por todas as oportunidades que a mim propiciou. Muito obrigado, Professor!

A minha colega de trabalho e chefe, Júlia de Paulo, por ter sido tão compreensiva e flexível ao longo dessa jornada, por cada palavra de encorajamento e força. Reconheço que sua compreensão, sensibilidade e flexibilidade foram de grande importância para que, hoje, esse sonho se tornasse realidade. Seu aval quanto ao meu afastamento parcial e depois integral foi algo de muita importância para esse sonho se tornasse realidade.

Aos meus queridos Pastores, Moisés e Cita, por também terem acreditado em mim, por terem sido compreensíveis quanto a minha ausência nos trabalhos da igreja e também por terem me apresentado a Deus em suas orações.

As minhas queridas professoras Ana Lilian, Evaldina Almada, Vânia Sousa,

Mauritânia e Eliana Oliveira por terem acreditado em mim ainda lá atrás, quando cursava o Ensino Médio. Desde esse período já recebia incentivo e apoio dessas incríveis professoras.

A grande Dona Eva Bonfim, pessoa de um coração gigantesco e que muito me ajudou para que minha permanência no Ensino Superior fosse possível. Não tenho palavras suficientes para agradecer. Amo a senhora, Dona Eva.

A minha querida e marcante professora desde a época do Ensino Fundamental, Maria Regina Maia, pessoa com a qual, desde muito cedo, aprendi a sonhar, encarar os desafios da vida e a entender que com esforço tudo é possível. Nossa relação de professor e aluno iniciou em 2007 e permanece firme até hoje. Uma grande amiga e exemplo de vencedora.

A minha segunda família, meus irmãos em Cristo, membros da Assembleia de Deus Missão Templo da Folha 18, por tanto carinho, amor e cuidado sempre a mim dispensados. Não tenho condições de mencionar nomes; são várias as pessoas que me acolheram na cidade de Marabá e que sempre cuidaram de mim. Só Deus para recompensá-los. Estarão sempre em meu coração.

A professora Josileide Sousa, por também ter sido uma pessoa que cuidou de mim e sempre esteve por perto me incentivando e me apoiando ao longo dessa caminhada.

À CAPES pela oportunidade que me deu, através do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD), de cursar disciplina e participar de grupo de pesquisa na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP/BAURU).

Ao Prof. Dr. Nelson Antônio Pirola pela acolhida na Unesp Campus de Bauru e por tudo que nos proporcionou durante nossa estadia em Bauru.

Um agradecimento todo especial aos professores da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Àqueles que me receberam em seus grupos de pesquisa. Também àqueles que me permitiram cursar disciplinas por eles ministradas (Professora Beatriz Cortela e Professora Fernanda Bozelli). Muito obrigado por tudo.

De modo geral, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, fizeram parte da escrita de mais esse capítulo da minha história. Obrigado a todos!

SOUZA, Henrique Silva de. **Discurso Matemático e Aprendizagem de Física por Alunos com Deficiência Visual usuários do Sistema Braille**. 92 folhas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, Pará, 2020.

RESUMO

A aproximação da Física à Matemática precisa ser entendida não apenas desta como ferramenta para àquela, mas em nível mais elevado, desempenhando assim uma função mais pragmática, inclusive no que diz respeito à sua constituição como discurso. Teve como objetivo compreender a especificidade da aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille a partir da relação entre Física e Matemática. É de abordagem mista e do tipo bibliográfica e documental, cujos dados analisados adviram de revisão de literatura, prova de Física do Enem 2017 e Microdados do Enem. Os resultados apontam que relação ao processo de apropriação de objetos de conhecimento tanto em Física quanto em Matemática, configurado no processo educacional, é calcada, sobretudo, nas premissas do sistema visual e oral e trazem preocupações em relação às pessoas com deficiência visual. Algumas das especificidades são questões estruturais relacionadas à representação de conteúdos da Física no código Braille, haja vista que diferentemente da escrita na língua portuguesa, nesse código a escrita é linear, possibilitando mais uma aprendizagem estrita à dimensão sintática e menos semântica. Essa especificidade apontada aumenta a complexidade da aprendizagem pelos alunos com deficiência visual, em especial aos que fazem uso do Sistema Braille. Todavia, o desempenho desse público na resolução de situações problemas, como as do Enem, tendo apoio do leitor, não parece ser prejudicado.

Palavras-Chave: Discurso matemático. Linguagem matemática. Sistema Braille. Aprendizagem de Física. Alunos com deficiência visual.

ABSTRACT

The approximation between Physics and Mathematics must be not only comprehended as a tool for the other, but on a higher level, playing a more pragmatic role, including its constitution as a discourse. We aimed to understand the specialty of Physics learning for visually impaired students who used Braille system regarding Physics and Mathematics. A mixed bibliographic and documental approach was applied, whose data was from literature review, Enem's Physics exam from 2017 and Enem's microdata. The results show that the relation of the appropriation of knowledge in the educational process both from Physics and Mathematics is mostly based on the premises of oral and visual systems. Some of the specificities are structural matters regarding the representation of Physics content in Braille, since the writing is linear in this code, differently from Portuguese, thus inducing a learning process which relies more on the syntactic dimension and less on the semantic one. This specificity makes learning more difficult for visually impaired students, especially the ones who use Braille system. However, the performance of this demographic on the resolution of problems, having a support of a reader, does not seem to have been jeopardized.

Keywords: Mathematical discourse. Mathematical language. Braille system. Physics learning. Visually impaired students

LISTA DE SIGLAS

- APAE** – Associação de Pais e Amigos do Excepcionais.
- CBEE** – Congresso Brasileiro de Educação Especial.
- CINTEDES** – Colóquio Internacional de Educação Especial e Inclusão Escolar.
- CMU** – Código Matemático Unificado
- CPEE** – Congresso Paraense de Educação Especial.
- IBC** – Instituto Benjamin Constant.
- ICE** – Instituto de Ciências Exatas.
- LIBRAS** – Língua Brasileira de Sinais.
- NEES** – Núcleo Eletivo de Educação Especial
- ONCE** - Organização Nacional de Cegos Espanhóis.
- PAEE** – Público Alvo da Educação Especial.
- PPGECM** – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática.
- UFPA** – Universidade Federal do Pará.
- UNESP** – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
- UNIFESSPA** – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.
- ENEM** – Exame Nacional do Ensino Médio.
- CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
- BDTD** – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.
- CBMU** – Código Brasileiro de Matemática Unificado.
- INEP** – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira.
- PCD** – Pessoa com Deficiência.
- MRU** – Movimento Retilíneo Uniforme.
- MRUV** – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pesquisa bibliográfica nos repositórios virtuais repositórios virtuais.....	30
Figura 2 - Ilustração da busca realizada no portal da Capes com a utilização do termo Braille.....	30
Figura 3 - Portal da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.....	31
Figura 4 - Capa do caderno de questões utilizado para seleção das questões analisadas ..	32
Figura 5 - Camadas do discurso matemático	45
Figura 6 - Exemplo do uso de palavras no discurso matemático.	46
Figura 7 - Exemplo de mediadores visuais	47
Figura 8 - Enunciado do Teorema de Pitágoras.	48
Figura 9 - Exemplo da configuração da Cella Braille	51
Figura 10 - Dimensão conceitual da equação de Torricelli.....	
Figura 11 - Representação da Equação de Torricelli representada em Braille	67
Figura 12 - Representação simbólica do enunciado da velocidade média em Braille.....	68
Figura 13 - Questão n. 125, Caderno n. 11, Prova laranja, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017	71
Figura 14 - Questão 91, Caderno n. 8, Prova rosa, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017	71
Figura 15 - Questões n. 105, Caderno n. 6, Prova cinza, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017.....	79
Figura 16 - Questão 111, Caderno n. 11, Prova laranja, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Questões por temas estruturadores da prova de Física do Enem 2017	33
Gráfico 2 - Percentual de acertos dos alunos com deficiência visual nas questões de Física no ENEM 2017.	84
Gráfico 3 - Desempenho de candidatos com deficiência na prova de Física do Enem 2017.	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Filtros aplicados e quantitativo de trabalhos encontrados com o termo Braille no banco de Teses e Dissertações da Capes	31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de candidatos que solicitaram apoio especializado para prova do Enem 2017	34
Tabela 2 - Análise estatística descritiva dos dados	34
Tabela 3 - Alternativas de questão do Enem e percentual de marcações correspondes ao quantitativo de alunos com deficiência visual que realizaram a prova.	76
Tabela 4 - Mediadores visuais, questões e temas estruturadores de Física da prova do Enem 2017	<u>8485</u>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 MÉTODO	27
3 FÍSICA E MATEMÁTICA	35
4 MATEMÁTICA COMO DISCURSO.....	38
4.1 Matemática, Linguagem e Linguagem Matemática.....	38
4.2 Matemática como um discurso	43
5 ESCRITA MATEMÁTICA NO SISTEMA BRAILLE.....	50
5.2 Código Braille de Matemática unificado para a Língua Portuguesa	52
6 APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE	55
6.1 Base legal do direito à educação ao aluno com deficiência	55
6.3.1 Representação de conhecimentos em Física.....	61
6.3.2 Desempenho de alunos usuários do Sistema Braille em questões do Enem.....	70
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS	91

APRESENTAÇÃO

No ano de 2012, cheguei à cidade de Marabá-PA para dar início ao curso de graduação em Licenciatura em Física, na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), à época, Universidade Federal do Pará (UFPA). Até então, ainda não tivera contato diretamente com a Educação Especial, não sabia sequer que havia essa área. Tinha a visão muito limitada acerca de questões inerentes à educação especial. Logo, para mim, tudo se resumia ao trabalho desenvolvido pela Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE).

Depois de ter iniciado o curso de Licenciatura em Física, tive oportunidades de vivência nos espaços formativos da universidade, onde, mesmo que muito timidamente, comecei a ter os primeiros contatos com alguns assuntos relacionados à Educação Especial. Eram palestras, congressos, rodas de conversa, seminários etc. que foram despertando-me o interesse, levando-me ao envolvimento com a Educação Especial.

Desde que comecei a compreender melhor o que era a Educação Especial, sempre quis buscar mais conhecimento acerca da área. Passei a participar ainda mais dos eventos que discutiam essa temática e, a cada evento, mais curiosidade eu tinha. No curso de graduação em si, o envolvimento se deu por meio de 2 (duas) disciplinas contempladas na Matriz Curricular do curso: Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) que, por meio do Decreto 5.626, de 22 de dezembro de 2005, passou a ser obrigatória em todos os cursos de Licenciaturas, e Fundamentos da Educação Especial.

Em 2017 tivemos aprovada na Unifesspa a criação do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), vinculado ao Instituto de Ciências Exatas (ICE). Logo após a aprovação, foi lançado o edital para seleção da 1ª (primeira) turma do programa. Fiz a seleção na qual obtive êxito sendo aprovado. Aqui, destaco esse momento como muito importante em minha vida por tudo que estaria por viver, que foi além de minhas expectativas.

No ano de 2018, já no segundo semestre do curso de mestrado, cursei a disciplina Educação Especial e o Ensino de Ciências e Matemática, com carga horária de 60 (sessenta) horas, equivalente a 4 (quatro) créditos. Essa disciplina aguçou ainda mais o interesse pela temática do ensino de ciências na perspectiva da educação especial.

Ao longo da disciplina, várias discussões me levaram a pensar ainda mais

acerca de como eu poderia fazer para contribuir de alguma forma com a Educação Especial, haja vista que nos eventos que participei sempre ouvia muitos relatos de professores falando dos desafios encontrados quando tinham alunos com deficiência em suas salas. Esses professores elencavam inúmeros fatores: lacunas na formação inicial, formação continuada aquém dessas e outras necessidades, falta de recursos etc.

Em dezembro de 2018, o PPGECM realizou a I Escola de Estudos Abertos com o objetivo de:

Oferecer cursos sobre diferentes tópicos em Educação em Ciências e Matemática, seja no âmbito da formação de professores que ensinam essas disciplinas, seja sobre epistemologia do conhecimento, do ensino e da aprendizagem em ciências e matemática a graduandos e professores da área (principalmente aos interessados em ingressarem no programa), pós-graduandos e profissionais da área.

Na sua primeira edição, A Escola de Estudos Abertos teve como eixo temático a Educação Inclusiva e o público alvo da Educação Especial”. Este evento foi desenvolvido em parceria a disciplina Educação Especial e o Ensino de Ciências e Matemática. Este evento contribuiu muito para definição da temática da pesquisa desta dissertação, uma vez que o palestrante convidado foi o Professor Doutor. Eder Pires de Camargo, Licenciado em Física assim como eu, Mestre em Educação para a Ciência e Doutor em Educação.

Este pesquisador, além de ter pesquisas na área de ensino de Física para pessoas com deficiência visual, também é pessoa com deficiência visual. Estas particularidades e a forma como ele aborda a temática fez com que eu chegasse à conclusão do quê pesquisaria no trabalho de dissertação de mestrado. As falas, as experiências e os resultados dos trabalhos desenvolvidos pelo professor me fizeram ampliar a visão acerca da possibilidade de se construir uma prática pedagógica inclusiva para ensino de Física aos alunos com deficiência visual.

Pensar o ensino de Física ao aluno cego é algo desafiador, no entanto, é algo possível e imprescindível no que diz respeito à inclusão escolar. O convívio com o Professor Eder Camargo, ainda que pouco, fez com que eu valorizasse ainda mais as potencialidades de aprendizagem um aluno com deficiência visual. No entanto, de modo geral, acredito que a maioria das pessoas com deficiência primeiramente são notadas pelas limitações que possuem e, raramente, por suas potencialidades.

Nesse sentido, desde que comecei a aproximar-me de questões relacionadas à Educação Especial pude tornar-me menos ignorante em relação à temática, uma vez que o conhecimento faz com que entendamos algumas situações os possibilitando a capacidade de mudanças. Então, toda a vivência e conhecimento adquirido ao longo dessa jornada de envolvimento me permitiu acreditar que sim, as pessoas com deficiência têm potencialidades, portanto, podem aprender.

Ainda destacando fatores que contribuíram para a escolha da temática e que me levaram de vez à área da educação especial, friso minha participação no Núcleo Eletivo de Educação Especial (NEES) do curso de Pedagogia da Unifesspa, onde desenvolvi meu estágio de docência no ensino superior, componente curricular obrigatório do curso de mestrado ao qual sou vinculado. Durante a participação no NEES, várias atividades foram desenvolvidas sob a coordenação da Prof.^a Dra. Lucélia Cardoso Cavalcante Rabelo. A ementa da disciplina nos permitiu compreender melhor algumas características das deficiências que estão inclusas no rol daquelas que são público-alvo da educação especial (PAEE) e, acima de tudo, entender que é possível haver aprendizado por esse público.

Participar de grandes eventos na área de Educação Especial, como o Congresso Brasileiro de Educação Especial (CBEE), o Congresso Paraense de Educação Especial (CPEE) e o Colóquio Internacional de Educação Especial e Inclusão Especial (CINTEDES), dentre outros realizados no âmbito da Unifesspa, também foram decisivos quanto esse desejo de pesquisar na área da educação especial. A troca de experiências nesses espaços formativos permitiu que eu compreendesse a importância e o papel daqueles que trabalham com seriedade na educação especial. Muitos relatos foram enriquecedores e motivadores acerca da possibilidade de desenvolvimento de aprendizagem dos alunos PAEE.

As reflexões no processo de definição da temática de pesquisa para a dissertação sempre levavam a mesma problemática: à inclusão de pessoas com deficiência, mais especificamente sobre o ensino de Física aos alunos com deficiência visual. No contexto da área da inclusão, primeiramente apresentei ao meu orientador a proposta que versava sobre a articulação entre professores do ensino comum e atendimento educacional especializado para o ensino de Física ao aluno cego. Apresentada a proposta houve um período de diálogos e discussão.

No processo de orientação emergiam nos diálogos questões que relacionavam especificidades da aprendizagem de Física devido à sua relação com a linguagem

matemática. Aos poucos a discussão foi evoluindo para a complexidade desta mesma perspectiva no âmbito da aprendizagem de alunos com deficiência visual, em particular quando nessa relação se poderia ainda considerar-se o código Braille. Mesmo achando a proposta desafiadora, achei a problemática pertinente. Abracei a ideia.

Após a sugestão do meu orientador, tive a oportunidade de cursar a disciplina Discurso matemático, Gêneros Textuais e Matematização, com carga horária de 60 (sessenta) h, tendo sido ministrada pelo Professor Dr. Ronaldo Barros Ripardo. No decorrer da disciplina tive contato com alguns autores como David Pimm, Anna Sfard, Clara Lee e Luís Antônio Marcuschi, dentre outros. As discussões trazidas por esses autores me fizeram imergir em indagações acerca da complexidade e a importância de questões relacionadas à linguagem matemática com a aprendizagem de Física.

Em agosto de 2019, tive a oportunidade por meio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD)¹ de realizar intercâmbio na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus de Bauru, onde comecei a cursar a disciplina O discurso da Ciência e o discurso da divulgação da Ciência no Ensino de Ciência, ministrada pela Prof.^a Dra. Fernanda Cátia Bozelli. Embora a disciplina tenha focado mais em questões relacionadas à Análise do Discurso, trazendo autores como Pêcheux e Orlandi, ainda assim contribuiu para amadurecimento de algumas ideias relacionadas ao discurso, no caso o matemático e também foi mais uma inspiração para que a pesquisa contemplasse questões relacionadas ao discurso matemático no ensino de Física.

Articular uma pesquisa que envolvesse os temas da linguagem matemática e discurso matemático não foi tarefa fácil. Muitas conversas, muitas mudanças, até chegar a uma proposta que de fato contemplasse meu interesse e satisfação enquanto pesquisador.

¹ O Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD) tem como objetivo apoiar projetos para implantação de redes de cooperação acadêmica no país, notadamente daqueles projetos que aprimorem a formação pós-graduada visando à melhoria da qualidade dos PPGs vinculados às Instituições dos estados da Região Norte e do estado do Maranhão. Disponível em: <https://www.gov.br/capesbolsas/programas-estrategicos/desenvolvimento-regional/procad-amazonia#:~:text=A%20Edi%C3%A7%C3%A3o%20de%202018%20do%20Programa%20Nacional%20de,Maranh%C3%A3o%20que%20visem%20%C3%A0%20diminui%C3%A7%C3%A3o%20das%20assimetrias%20>.

1 INTRODUÇÃO

Os paradigmas que se manifestam para o século XXI trazem consigo expectativas de modificação nos processos em âmbito educacional, social e também na maneira de produção, possibilitando assim um cenário de ampla mudança nos inter-relacionamentos. O homem como um ser histórico-cultural tem seu desenvolvimento intelectual advindo das ações de interação ocorridas em determinado mecanismo de apropriação do conhecimento, pelo que, no contexto desses processos de ação e interação, a aquisição da linguagem tem papel primordial. (VIGINHESKI et al. 2014).

Em relação ao processo de apropriação do conhecimento, configurado no processo educacional, as formas de busca deste conhecimento, “calcado, sobretudo, nas premissas do sistema visual e oral, trazem, em seu contexto, preocupações em relação às pessoas com deficiência visual, especialmente no que se refere ao processo ensino e aprendizagem”, principalmente em disciplinas da área de exatas como, por exemplo, a Matemática, química e Física. (VIGINHESKI et al. 2014, p. 904).

De modo geral, mesmo sabendo que não com exclusividade, disciplinas como as supracitadas apresentam alto nível de abstração o que nem sempre permite que os alunos entendam com clareza o que está posto por meio de determinados conteúdos, talvez isso se deva também ao fato de essas disciplinas possuírem linguagens muito formais o que acentua ainda mais a complexidade do processo de aprendizagem destas.

Assim, considerando que a linguagem é fundamental para o desenvolvimento intelectual das pessoas haja vista a possibilidade de interações comunicativas, é imprescindível que nos processos de ensino estas interações sejam levadas em consideração e também valorizadas, possibilitando, desta forma, que até mesmo os conteúdos com certo grau de abstração, neste caso específico, considerando especificidades da Física e Matemática, por exemplo, sejam expostos aos alunos de modo que gere conhecimento.

No que concerne à representação dos conteúdos de disciplinas como Física e Matemática, esses, didaticamente, são materializados por meio de números, letras e imagens, sendo estes conteúdos também representados na forma escrita, no nosso caso, fazendo uso da língua portuguesa. A combinação de todas essas formas como um conteúdo pode ser expresso é que possibilita aos alunos maior compreensão do

mesmo, potencializando assim as interações, uma vez que dada essa compreensão condições maiores de comunicação são estabelecidas.

Destacando a importância da comunicação, e conseqüentemente das interações no processo de ensino e de aprendizagem, em específico da Matemática, Sfard (2008)², acredita que todas as atividades humanas são resultantes da comunicação e do discurso.

Para a autora, a Matemática é entendida como um discurso e para que ocorra o aprendizado é necessário a participação nesse discurso. Além disso, Sfard estabelece 4 (quatro) propriedades que caracterizam o discurso como sendo matemático ou não. São elas: uso de palavras, narrativas, mediadores visuais e rotinas.

Em outro aspecto, mas, de certo modo, dialogando com aquilo que Sfard (2008) propõe, pesquisas como as de Pimm (2002) e Lee (2010) abordam aspectos relacionados à compreensão da Matemática enquanto linguagem. Compreender a Matemática como uma linguagem é permitir possibilidades de potencializar o ensino e conseqüentemente o aprendizado dessa. Constituída na relação com a linguagem, a Matemática possui gramática própria, no entanto, um cuidado há de ser tomado haja vista que o suporte da linguagem matemática é a própria língua natural dos indivíduos, fato que evidencia a importância de se considerar os contextos das interações discursivas.

Então, considerada como linguagem, expressa por um conjunto de elementos (números, letras, imagens), a Matemática é possivelmente ensinada aos alunos, sendo a aprendizagem possibilitada por meio da participação no discurso em que ela está inserida e faz parte.

No entanto, nesse processo de ensinar e aprender Matemática, bem como disciplinas como a Física e a Química, a heterogeneidade das salas de aula deve ser levada em consideração, haja vista que nem sempre a participação nesse discurso específico se dará de igual modo.

Neste sentido, considerando essa heterogeneidade, evidenciada no aumento no número de matrículas de alunos com deficiência na educação básica, é necessário estabelecer diálogos que demarquem um posicionamento ideológico acerca do

² Professora do Departamento de Educação Matemática da Universidade de Haifa, em Israel e pesquisadora na área de ensino e domínio de ciências e aprendizagem, com estudos interessados na relação do pensamento e comunicação.

ensinar e do aprender Matemática e Física, neste caso específico, que apontem para a compreensão da Matemática enquanto discurso com linguagem própria.

Outrossim, não obstante compreendê-la como discurso, é de extrema importância entender que a participação/interação nesse discurso evidencia aprendizagem do mesmo, o que deve chamar a atenção e despertar nos docentes interesse pela compreensão teórica do processo que se apresenta, o que se materializará na prática docente e, conseqüentemente, na aprendizagem do discente.

Sabendo que tanto a Matemática quanto os alunos com deficiência visual possuem singularidades, é fundamental a criação ou utilização de mecanismos que possibilitem a esses alunos o ensino e também a aprendizagem dos conteúdos da Matemática, levando-se em consideração a relevância das interações que possibilitem estabelecer comunicação, haja vista que tanto o ato de ensinar como o ato de aprender são atos de comunicação.

Após mencionar questões relacionadas à importância da aquisição da linguagem para o aprendizado bem como também questões relacionadas a Matemática compreendida como linguagem e discurso, bem como a participação de alunos com deficiência visual no discurso matemático, é fundamental destacar, inclusive por ser um dos focos desta produção, que pesquisas como a de Karam (2012), trazem discussões acerca da relação existente entre a Matemática e a Física. Na pesquisa de Karam (2012) é evidenciado que há uma correlação entre essas duas áreas do conhecimento. No entanto, é dado destaque ao fato de que a Matemática na Física não pode ser entendida apenas como ferramenta para resolução de problemas, questões relacionadas tanto ao discurso quanto à linguagem também devem ser levadas em consideração nessa relação.

Outro aspecto constituinte desta pesquisa de dissertação de mestrado a qual desenvolvemos que merece destaque são as características da aprendizagem tanto de Física quanto de Matemática por alunos com deficiência visual. Considerando que ambas possuem singularidades, e também que os alunos com deficiência visual têm particularidades no processo de aprendizagem, é que propusemos nesta pesquisa uma investigação a partir da seguinte questão norteadora: **Como a relação existente entre Física e Matemática podem caracterizar a produção de conhecimentos em Física e sua a aprendizagem por alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille?**

No intuito de responder à questão apresentada, como organizadores da

investigação teórica, alguns objetivos foram traçados. São eles:

Objetivo geral:

- Compreender a especificidade da aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille a partir da relação entre Física e Matemática

Objetivos específicos:

- Discutir como a relação entre diferentes linguagens na representação de conhecimentos físicos podem caracterizar a aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille;
- Identificar o desempenho de alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille em questões de Física do Enem

A presente pesquisa foi desenvolvida com base nos pressupostos da pesquisa mista ou de métodos mistos

A dissertação em questão está estruturada em 7 (sete) capítulos, os quais, além da apresentação, onde é narrada parte da história do pesquisador nos âmbitos profissionais e acadêmicos, culminando com o que o levou à escolha e desenvolvimento da temática proposta nesta dissertação, constam os capítulos divididos da seguinte forma:

Capítulo 1: denominado “introdução”, aborda alguns aspectos que culminam com essa pesquisa. Além disso, constam também a questão norteadora da pesquisa, os objetivos, o método e o panorama acerca dos demais capítulos que juntos compõem o trabalho.

Capítulo 2: Neste capítulo é trazido o percurso metodológico utilizado para o desenvolvimento da pesquisa, mencionando elementos relacionados à abordagem da pesquisa, tipo da pesquisa, critérios utilizados para escolha de questões do Enem utilizadas na análise etc.

Capítulo 3: Este capítulo traz discussões acerca da relação existente entre a Matemática e a Física e apresenta alguns aspectos referentes a essas duas disciplinas, onde a discussão se deu em torno, principalmente, da tese de doutorado

de Ricardo Avelar Soutomaior Karam, que aborda aspectos referentes à “Estruturação Matemática do Pensamento Físico no Ensino”. Outra discussão trazida em uma das seções desse capítulo é a que aborda temas inerentes à compreensão da Matemática como um discurso, tendo como base a teoria da pesquisadora Anna Sfard (2008). No capítulo também é trazida discussão acerca da compreensão da linguagem específica do discurso matemático, dialogando com alguns teóricos como David Pimm e Clara Lee.

Capítulo 4: Este capítulo teve o objetivo de trazer discussões relacionadas à compreensão da Matemática enquanto discurso, apontando as propriedades que assim o caracterizam, tendo como base a teoria da pesquisadora Sfard (2008).

Capítulo 5: O objetivo deste capítulo foi trazer discussões relacionadas ao processo de escrita, principalmente nas áreas de Física e Matemática, em um sistema próprio para deficientes visuais, no caso o Código/Alfabeto Braille³.

Capítulo 6: Este capítulo teve a finalidade de trazer um breve histórico acerca do direito à inclusão escolar de alunos com deficiências, bem como levantar discussão acerca do ensino de Física para o aluno com deficiência visual e trazer a discussão da teoria sobre a Matemática enquanto discurso para diálogo com o pesquisador a partir de questões de Física do Enem.

Capítulo 7: Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais relativas a esse processo de investigação teórica, apontando pontos relevantes e principais contribuições da pesquisa desenvolvida para melhoria no campo educacional, principalmente no ensino de ciências e Matemática para alunos com deficiência visual.

³ O alfabeto braille é um sistema de leitura que se utiliza do tato. Pensado para cegos, o alfabeto foi inventado pelo francês Louis Braille no ano de 1827 em Paris. O Braille é um alfabeto convencional cujos caracteres são indicados por pontos em alto relevo. A partir dos seis pontos relevantes, é possível fazer 63 combinações que representem letras simples e acentuadas, pontuações, números, sinais matemáticos e notas musicais. Disponível em: <https://www.alfabeto.net.br/alfabeto-braille/>.

2 MÉTODO

A pesquisa se desenvolveu com base nos pressupostos da pesquisa mista ou de métodos mistos. No Brasil, embora reconheçamos as possibilidades existentes para realização de pesquisa no campo educacional que envolvam, ao mesmo tempo, as abordagens qualitativas e quantitativas, “temos pouca literatura sobre as implicações teóricas e os desenhos específicos deste “terceiro movimento” (TRÉZ, 2012, p. 1132).

Segundo Johnson *et al* (2007), a pesquisa mista é:

o tipo de pesquisa na qual o pesquisador ou um grupo de pesquisadores combinam elementos de abordagens de pesquisa qualitativa e quantitativa (ex., uso de perspectivas, coleta de dados, análise e técnicas de inferência qualitativas e quantitativas) com propósito de ampliar e aprofundar o conhecimento e sua corroboração. (JOHNSON *et al*, 2007, p.123).

A pesquisa de métodos mistos mescla métodos inerentes a pesquisas de abordagens quantitativas e qualitativas. Nessa perspectiva há a possibilidade de utilização dos instrumentos de pesquisa inerentes a cada uma das abordagens apresentadas, seja para constituição dos dados ou análise destes, que podem ser estatísticas ou textuais. Em relação à pesquisa mista, a constituição de variados tipos de dados pode assegurar ao pesquisador melhor entendimento acerca da situação investigada (CRESWELL, 2007).

No que concerne às pesquisas de abordagens quantitativas e qualitativas, existe no meio acadêmico uma cultura de valorização de uma abordagem em detrimento da outra, no entanto, buscando uma mudança paradigmática, é recomendado que o olhar acerca da temática seja outro, tendo em vista que ambos os métodos têm suas especificidades. Neste sentido, pesquisadores podem buscar nas especificidades de cada método a complementação para o todo.

Assim, para Spratt; Walker; Robson (2004)

Utilizar múltiplas abordagens pode contribuir mutuamente para as potencialidades de cada uma delas, além de suprir as deficiências de cada uma. Isto proporcionaria também respostas mais abrangentes às questões de pesquisa, indo além das limitações de uma única abordagem (SPRATT; WALKER; ROBISON, 2004, p. 6).

Especificamente, considerando a escolha da abordagem de pesquisa mista, em relação à pesquisa de abordagem qualitativa na educação apoiamo-nos nos

estudos dos teóricos Bogdan e Biklen (1994) que elencam algumas características da pesquisa de abordagem qualitativa. Segundo eles, na pesquisa qualitativa o ambiente natural constitui a fonte direta de dados, destacando como instrumento principal o próprio pesquisador; consideram também que mais importante que os resultados em si é o processo para se chegar a estes e que a pesquisa qualitativa é descritiva.

Ainda em consideração às características da pesquisa qualitativa, os autores indicam que neste tipo de pesquisa os dados tendem a ser analisados de maneira indutiva e que o significado é imprescindível para esta. Quanto ao tipo a pesquisa é classificada como bibliográfica, sendo “desenvolvida com base em material já elaborado constituído, principalmente, de livros e artigos científicos” (GIL, 2008), e documental. Segundo Pádua (1997):

Pesquisa documental é aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não fraudados); tem sido largamente utilizada nas ciências sociais, na investigação histórica, a fim de descrever/comparar fatos sociais, estabelecendo suas características ou tendências [...] (PÁDUA, 1997, p. 62).

Segundo Gil (2002), por ser rica e estável em dados, a pesquisa documental é considerada vantajosa, tendo em vista que, neste tipo de pesquisa, os custos são baixos, não havendo necessidade de contato direto com os sujeitos envolvidos na pesquisa e também por possibilitar realizações de leituras detalhada e aprofundada dos dados disponíveis na fonte.

Para Gil (2002), a pesquisa documental apresenta semelhanças com a pesquisa bibliográfica, estando a diferença entre elas na natureza da fonte dos dados que podem ainda não terem recebido tratamento analítico dos dados ou que possam ser organizados ou reelaborados em função dos objetivos propostos na pesquisa a ser desenvolvida.

Para realizar a pesquisa bibliográfica, o primeiro passo foi a realização de buscas em portais acadêmicos e científicos como, por exemplo, banco de dissertações e teses da CAPES, para localizar trabalhos, nacionais e internacionais, que versassem sobre a temática proposta nesta dissertação. Quando não são encontrados trabalhos que dialoguem diretamente com o tema da pesquisa, o diálogo pode se dar por meio de trabalhos, pesquisas e outras produções que dialoguem em torno da temática proposta (MINAYO, 2012).

Foram realizadas buscas em 2 (duas) bases de dados virtuais: o Banco de

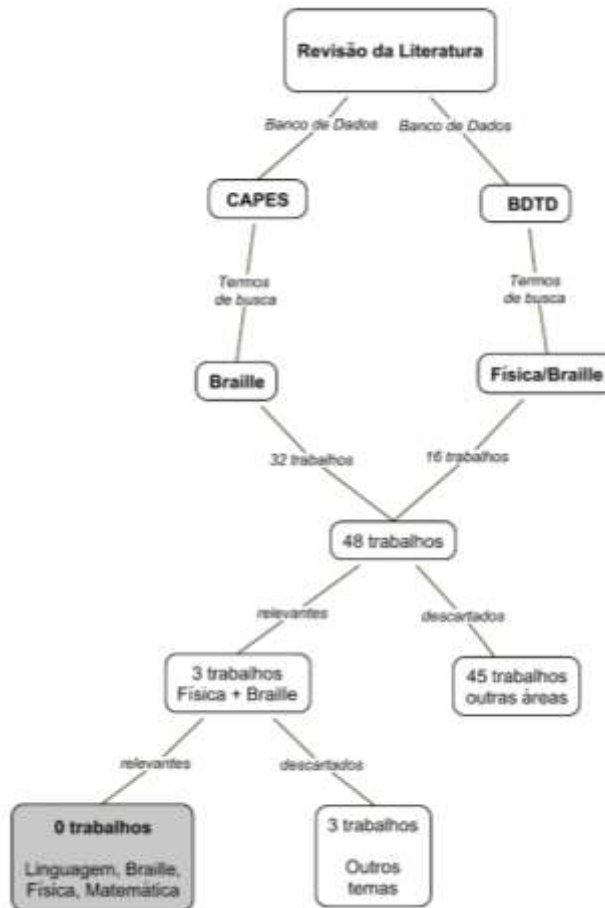
Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). O Banco de Teses da Capes trata-se de uma fundação do ministério da educação (MEC) responsável pela expansão e consolidação da pós-graduação em todo território nacional e para firmar o compromisso de expandir o conhecimento criou um portal de acesso por meio de uma biblioteca virtual com livre acesso as produções científicas nacionais e internacionais (CAPES, 2020).

A BDTD é um portal virtual que reúne textos completos decorrentes de produções (teses e dissertações) realizadas no âmbito dos programas de pós-graduação de instituições brasileiras de ensino pesquisa. Tem a finalidade de tornar essas produções acessíveis, promovendo assim a disseminação dos resultados delas extraídos. O acesso às produções disponíveis no portal da BDTD é gratuito, livre de qualquer custo. Além do mais, “a BDTD também proporciona maior visibilidade e governança do investimento realizado em programas de pós-graduação”.⁴

A figura 1 traz o panorama dos resultados das buscas realizadas no banco de teses e dissertações da CAPES e na BDTD.

⁴ Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Content/whatIs>.

Figura 1 - Pesquisa bibliográfica nos repositórios virtuais repositórios virtuais



Fonte: Dados da pesquisa

A busca no banco de teses e dissertações da CAPES se deu por meio da utilização da palavra “Braille” como termo chave, que poderia aparecer em qualquer lugar nos trabalhos encontrados e não somente no título. Após a aplicação desse primeiro filtro, foram encontrados 207 trabalhos, entre teses e dissertações. A fim de selecionar melhor os trabalhos, outros filtros foram aplicados levando-nos aos seguintes resultados:

Figura 2 - Ilustração da busca realizada no portal da Capes com a utilização do termo Braille.



Fonte: Portal Capes⁵

⁵ Disponível em: <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

Quadro 1 - Filtros aplicados e quantitativo de trabalhos encontrados com o termo Braille no banco de Teses e Dissertações da Capes

Filtro	Itens marcados	Quantidade de trabalhos encontrados
Grande área do conhecimento	Ciências Humanas; Multidisciplinar e Ciências Exatas e da Terra	141
Área do conhecimento	Educação; Educação Especial; Ensino; Ensino de Ciências e Matemática; Interdisciplinar; Ensino-Aprendizagem e Física	88
Área de concentração	Educação; Educação do indivíduo especial; Diversidade e inclusão; Educação em ciências; Ensino; Ensino das ciências na educação básica; Ensino de ciências e matemática; Ensino de Física; Ensino e história da matemática e da Física; Ensino, ciências e novas tecnologias; Ensino de ciências e educação matemática; Educação Escolar	32

Fonte: dados da pesquisa

Conforme destacado no Quadro 1, ao final da busca no Banco de Teses e Dissertações da CAPES apenas 32 (trinta e dois) trabalhos foram encontrados, dentre os quais, apenas 1 (um) direcionava discussões para a temática de Física e Braille.

Na base de dados da BDTD a busca se deu a partir da combinação dos termos Braille e Física. Foram localizados 16 (dezesesseis) trabalhos. Destes, apenas 2 (dois) faziam referência ao ensino de Física ao aluno com deficiência visual.

Figura 3 - Portal da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações



Fonte: Portal BDTD. ⁶

Após realização de busca nas duas bases de dados mencionadas, no total,

⁶ Disponível em: <http://bdttd.ibict.br/vufind/>

apenas 3 (três) trabalhos foram selecionados. No entanto, todos os 3 (três) foram descartados tendo em vista que não abordavam os temas Física, Braille, Matemática e Linguagem.

A pesquisa documental foi realizada com foco nas provas do Enem, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Física), referentes à edição 2017, 2º dia de prova, 1ª aplicação, retiradas do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP). O critério para recorte em relação ao ano foi por ser o anterior ao nosso ingresso no curso de mestrado. A partir da seleção das provas, uma análise qualitativa foi realizada sobre 2 (duas) questões, levando a uma outra pesquisa, de cunho qualitativo.

Figura 4 - Capa do caderno de questões utilizado para seleção das questões analisadas

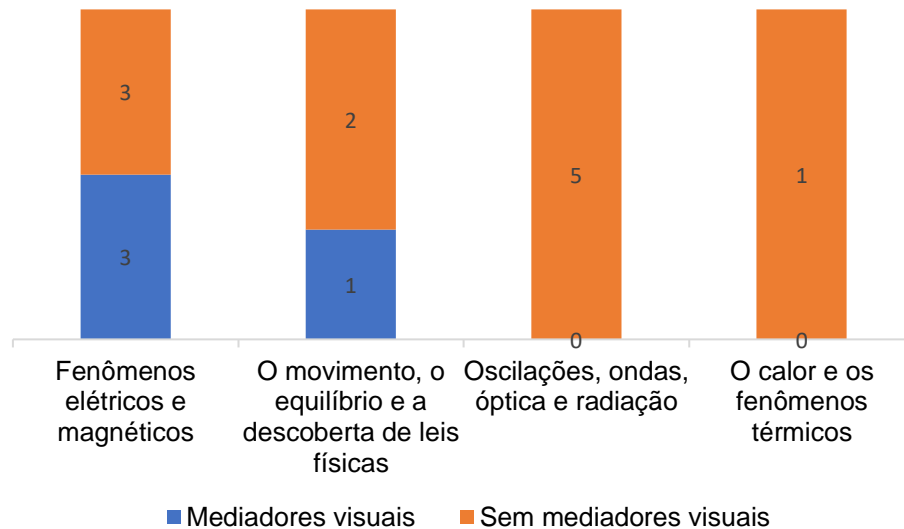


Fonte: INEP (2017)⁷

⁷ Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>

As questões de Física do Ano 2017 estavam assim distribuídas quanto aos temas estruturadores da área⁸ (Gráfico 1):

Gráfico 1 - Questões por temas estruturadores da prova de Física do Enem 2017



Fonte: Dados da pesquisa

Utilizamos como critérios, simultaneamente, para selecionar as questões (i) a presença ou ausência de mediadores visuais e (ii) os temas que concentravam o maior número de questões. Definidos tais critérios, apenas dois temas estruturadores os atendiam: ‘Fenômenos elétricos e magnéticos’ e ‘O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas’. Do primeiro selecionamos, para análise qualitativa, a única questão dentre as 4 (quatro) com mediador visual que não era do discurso matemático e do segundo uma questão sem apoio de mediador visual.

A análise quantitativa foi feita sobre Microdados⁹ do Enem. O recorte foi feito sobre o desempenho dos candidatos que indicaram na inscrição serem pessoa com cegueira ou com baixa visão e solicitaram atendimento especializado, respectivamente, prova ampliada (fonte em tamanho 18) ou superampliada (fonte em tamanho 24) ou com apoio do leitor e em Braille. A Tabela 1 detalha o número total de candidatos em todo o país para cada uma dessas situações.

⁸ Conforme Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem.

⁹ Contamos com o apoio do Laboratório de Computação Científica (LCC) para acesso.

Tabela 1 - Número de candidatos que solicitaram apoio especializado para prova do Enem 2017

Deficiência	Tipo de prova	Número de candidatos
Baixa visão	Ampliada e superampliada	3.240
Cegueira	Ledor e em Braille	560
Total		3.800

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 2 detalha os resultados da análise estatística descritiva sobre tais dados.

Tabela 2 - Análise estatística descritiva dos dados

Medidas de tendências central e dispersão	Baixa visão	Cegueira	Geral
Média	25,9	24,2	25,09
Mediana	22,1	22,4	22,25
Desvio padrão	13,1	12,4	12,61
Variância	173,8	154,2	159,116
Mínimo	11,5	9,0	9,00
Máximo	59,3	49,9	59,30

Fonte: Dados da pesquisa

A análise incidiu sobre o desempenho em relação às 15 (quinze) questões de Física, considerando-se os acertos de cada um dos grupos de Pessoa com Deficiência (PCD) para cada uma das questões. Devido ao desvio padrão geral ser superior a 10, consideramos nas análises a mediana como medida de tendência central em relação à média de acertos para cada questão.

3 FÍSICA E MATEMÁTICA

De acordo com Karam (2012), “a Física é uma ciência altamente matematizada e tem seus métodos e conceitos profundamente influenciados pelo pensamento matemático”. Uma das questões que decorre dessa concepção é a compreensão da relação entre a Matemática e a Física.

Para muitos não há distinção entre Física e Matemática. Assim, quase sempre, na visão errônea e equivocada de muitos, a Física e a Matemática se resumem apenas a representações algébricas e não conseguem visualizar para além do que está representado por meio da simbologia presente em cada uma. Esse fato, talvez se dê em virtude de desde cedo o início da trajetória escolar essa ser a forma como os conhecimentos dessas disciplinas são ensinados.

A respeito da relação existente entre a Física e a Matemática, Karam e Pietrocola (2009) destacam que essas estão estreitamente correlacionadas desde o surgimento dos conhecimentos científicos e mantêm uma relação recíproca que é tida como imprescindível para o crescimento de ambas. Existe uma relação de interdependência e que tanto a Física quanto a Matemática contribuem para o desenvolvimento uma da outra.

No entanto, apesar de historicamente a construção de objetos matemáticos serem motivados por problemas físicos e a Física tornar concreto conceitos abstratos, no contexto do ensino, Física e Matemática têm sido trabalhadas de maneira independente contribuindo assim para que os estudantes praticamente não se deem conta da importante relação que há entre elas (KARAM e PIETROCOLA, 2009). Os autores citados mostram que ao fazer uma incursão na história da Matemática, vários conceitos matemáticos tiveram na Física sua origem, o que mais uma vez revela não só a relação, mas também a interdependência entre as duas.

De acordo com Karam (2012), diversos estudos revelam a interdependência entre a Física e a Matemática e que uma das principais características da Física é o fato de seus processos serem descritos por meios matemáticos. Nesse sentido, o autor (2012, p. 01) também assume que na Física a Matemática assume vários aspectos, como a de “ferramenta, linguagem e lógico-dedutiva”. Suas funções, respectivamente, seriam, pragmática, comunicativa e estrutural.

Segundo Karam (2012, p. 02), a Matemática, no ensino de Física, não pode ser entendida apenas como uma ferramenta. O autor destaca que como reflexo dessa

maneira que se valem da Matemática, os estudantes, em diversas situações que envolvem a resolução de problemas, tendem apenas a buscarem qual a fórmula correta ou um resultado numérico por meio de um processo de resolução às cegas até chegarem a determinado resultado numérico. Desta forma, a simbologia matemática, quase sempre traduzida em fórmulas, é apresentada de forma isolada, destituída de sentido não somente para alunos, mas também, não raro, para professores.

Esses alunos e professores não conseguem fazer “leitura” das fórmulas que usam na resolução das situações problemas, não sabem o que cada componente da fórmula significa e também não conseguem internalizar os conhecimentos contidos nas fórmulas que usam. Isto faz com que não consigam expressar com suas próprias palavras os significados daquilo que está representado por meio das simbologias.

Assim, em virtude de os professores de Física atribuírem o fracasso de seus alunos à falta de habilidades matemática, habilidades essas que segundo Karam (2012, p. 03) são chamadas de “habilidades técnicas”, acabam assumindo uma postura que “reflete uma concepção ingênua da relação entre matemática e Física uma vez que atribui à primeira um papel de mera ferramenta para a segunda” (PIETROCOLA¹⁰, 2002 apud KARAM, p. 3). Essa postura precisa ser rompida. Por professores e, conseqüentemente, os discentes, precisam compreender a linguagem e o pensamento matemático.

Neste sentido, Karam (2012) cita Poincaré:

refletindo sobre a importância da linguagem matemática para descrição das leis da Física, Poincaré aponta que, mesmo considerando que as leis provenham da experiência, para enunciá-las é preciso uma linguagem especial, uma vez que a linguagem corrente é demasiado pobre e muito vaga para exprimir relações tão delicadas, tão ricas e tão precisas. (KARAM, 2012, p. 10).

Os autores destacam que em virtude da necessidade de generalização que os físicos possuem, não podem prescindir a Matemática, apontando assim que ela fornece a única língua que eles podem falar (KARAM, 2012, p. 10). No entanto, ao se referirem à linguagem matemática no contexto da Física, os autores evidenciam que ao falar do papel da Matemática na Física é preciso que se defina um problema e

¹⁰ PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

também um contexto histórico específico, a fim de evitar que se tenham “conclusões excessivamente reducionistas ou erroneamente generalizadas” (KARAM, 2012, p. 12).

Em relação à linguagem matemática, Karam (2012, p. 13) afirma que “dizer simplesmente que a matemática é a linguagem na qual a Física se exprime, por exemplo, implica em jogar em uma “vala comum” uma infinidade de nuances e especificidades dessa complexa relação”. Apoiado nas ideias de Paty (1993)¹¹, Karam afirma que, no intuito de diferenciar o papel da intensidade da Matemática, “sugere que as teorias físicas fazem uso das estruturas matemáticas em diversos níveis” sendo eles mais “fracos” e mais “fortes”.

Ao referir-se ao nível mais “fraco”, Karam (2012, p. 13) afirma que “nesse nível os elementos matemáticos assumem um caráter de instrumento externo, vazios de conteúdo físico e sem qualquer carga “semântica””. Aqui se observa a aplicação da Matemática no sentido pragmático, no caso, como ferramenta, onde há o uso de fórmulas, equações, grandezas, assim “a linguagem matemática assume um caráter de simples descrição, podendo até mesmo ser considerada prescindível”.

Já no nível mais “forte”, Karam (2012) descreve que “a matemática penetra na construção do próprio conceito físico”, ou seja, ela deixa de ser apenas ferramenta (sentido pragmático) e passa a fazer parte de um conjunto de conhecimentos que mesmo representado por fórmulas e equações, trazem conteúdos que evidenciam não só a relação entre a Física e Matemática, mas também a forma como uma contribui com a outra. Neste sentido, Karam (2012, p. 14), afirma que no nível forte “a matemática é tida como estruturante do pensamento físico e indispensável para a constituição de seus conceitos”.

Ao longo do texto, mais especificamente na introdução desta pesquisa, por algumas vezes os termos linguagem e discurso matemático foram evidenciados. Mas afinal de contas, o que esses termos nos dizem?

¹¹ PATY, M. **Einstein Philosophe**: la physique comme pratique philosophique. Collection Philosophie d'Aujourd'hui. Paris: Presses Universitaires de France, 1993, 584 p.

4 MATEMÁTICA COMO DISCURSO

4.1 Matemática, Linguagem e Linguagem Matemática

No campo educacional, de modo geral, embora seja uma ideia equivocada, é comum as pessoas pensarem que Matemática e linguagem constituem uma forma dicotômica, em que o campo de atuação de cada uma das áreas é bem delimitado de modo que há espaço para pensar como a linguagem está presente na Matemática e como esta pode potencializar a aprendizagem dos conteúdos dessa disciplina e também de outras áreas como a Física, química etc. Visando à melhoria no processo de ensino e aprendizagem, é fundamental que esse paradigma seja superado, possibilitando assim a compreensão de que Matemática e linguagem não só podem como devem estabelecer diálogos.

Partindo da ideia de que Matemática e linguagem não constituem uma dicotomia, para alguns autores (MENEZES, 1999; LORENSATTI, 2009; DEVLIN, 2004) a Matemática também se constitui em uma linguagem. Essa linguagem é considerada híbrida, haja vista que, “resulta do cruzamento da Matemática com uma linguagem natural, no nosso caso, o Português” (MENEZES, 1999, p. 4). O autor destaca ainda que quando comparada com a aprendizagem de uma segunda língua natural, a aprendizagem da Matemática apresenta diferenças haja vista não encontrar em situações cotidianas falantes dessa Matemática, o que revela a necessidade do suporte de uma língua natural¹².

Merece destaque a compreensão de que tanto os atos de ensinar como os de aprender são considerados atos de comunicação. Assim, aprender determinado meio de comunicação requer subordinação ao ato de comunicar, equivalendo a dizer que “a aprendizagem de um código e das suas regras de funcionamento não deve, nem pode ser desconectada do que pretende ser comunicado” (MENEZES, 1999, p. 5).

Lorensatti (2009) destaca que em muitas situações a falta de aproximação entre Matemática e linguagem tem contribuído para o insucesso dos alunos nesta disciplina, haja vista que a forma isolada como a Matemática é trabalhada, que em muitas das vezes se restringe quase sempre à apresentação de equações, fórmulas, imagens, gráficos etc., com pouca ou quase nenhuma produção de significados, levando-se em consideração também a língua materna do aprendiz, dificulta a

¹² Aquela que se desenvolve naturalmente no seio de uma comunidade.

participação desses alunos no discurso próprio da área, impossibilitando assim que os alunos expressem a Matemática que sabem ou a produzam. Nestas situações é comum que os alunos enxerguem a Matemática como um enigma demonstrando pouco envolvimento com a mesma, o que pode comprometer o processo de aprendizagem.

Devlin (2004), ao considerar que a Matemática e a linguagem não podem ser separadas, defende a ideia de que a Matemática “é apenas uma forma especializada de usarmos nossa capacidade para a linguagem” (p. 17) e que as “características do cérebro que permitem lidar com a Matemática são aquelas mesmas que nos permitem usar a linguagem – falar com os outros e entender o que eles dizem” (p. 20).

Em relação a esta consideração, é de suma importância destacar que tanto o ensino quanto a aprendizagem de Matemática necessitam da mediação das linguagens, no caso a linguagem matemática e a linguagem natural. “Essas são aprendidas por um indivíduo desde a tenra idade, oralmente. A escrita, habitualmente, é aprendida na escola, e a linguagem matemática necessita de uma linguagem natural para ser elaborada” (LORENSATTI, 2009, p. 97).

Neste aspecto, compreende-se, relacionando à pesquisa de Sfard (2008) que a aprendizagem da Matemática requer dos aprendizes condições de comunicação no campo da Matemática das mais variadas formas possíveis, dentre as quais a comunicação por meio da linguagem escrita e falada estão incluídas.

De acordo com Oliveira (2007), os textos matemáticos se apresentam de várias formas e, nesses textos, nem sempre há predominância da linguagem verbal. São textos às vezes com poucas palavras, mas que detêm sintaxe própria, pelo fato de recorrerem ao uso de sinais e também possuem delimitação/diagramação singularizada. Em diversas situações, a forma como os conteúdos matemáticos são apresentados aos alunos nem sempre oportunizam aprendizagem.

Para Lee (2010), na grande maioria das vezes, a forma como esses conteúdos são expressos nos livros e também pelos professores da disciplina não condiz com as práticas linguísticas dos alunos, o que, ainda segundo a autora, distante de contribuir com a aprendizagem destes, acaba tornando-se obstáculo nesse processo.

Segundo Carrasco (2001) há uma grande dificuldade nos processos de leitura e escrita da linguagem matemática, uma vez que o excesso de símbolos inviabiliza a compreensão de muitas pessoas em relação ao que está registrado nos textos, contribuindo assim para que essas pessoas não exponham o que sabem dos conteúdos matemáticos e também as impossibilitando de produzirem Matemática ou

dificultando a participação efetiva nessa Matemática, quando entendida como sendo um discurso.

Em relação aos símbolos presentes na Matemática, para Menezes (2000) na linguagem matemática esses símbolos, que são próprios e codificados, têm relação a partir de determinadas regras e que são mais usuais a um certo grupo que os utilizam para se comunicarem. Neste sentido, considerando que as regras existentes nos símbolos constituídos na linguagem matemática adquirem sentido a partir do contexto no qual estão inseridos, no campo da linguagem matemática, considerando a polissemia das palavras, para que as regras gramaticais sejam aplicadas e/ou utilizadas de forma adequada faz-se necessário definir o local de fala, no caso, o contexto da situação.

Para Menezes (2000), assim como a língua portuguesa, a Matemática possui uma linguagem e, portanto, uma “gramática” específica. Em relação à escrita de textos matemáticos em grande parte dos casos não há predominância da linguagem verbal, mas sim a utilização de sinais e símbolos. Oliveira (2007) aponta que para o aluno conseguir fazer a leitura daquilo que está sendo proposto através dos conteúdos matemáticos é fundamental e também necessário que esse aluno conheça e compreenda as mais variadas maneiras que aquele conteúdo pode ser escrito e, acima de tudo, o que aquela forma de escrita representa.

Carrasco (2001) corrobora a ideia de que as dificuldades de leitura e escrita em linguagem matemática, onde a presença de símbolos é abundante, “impede muitas pessoas de compreenderem o conteúdo do que está escrito, de dizerem o que sabem de matemática e, pior ainda, de fazerem matemática” (CARRASCO, 2001, p. 192).

Pimm (1998) traz algumas reflexões acerca da linguagem matemática e faz analogias em relação a esta com a língua materna do indivíduo, indagando se a linguagem matemática não poderia ser uma língua materna. O autor trabalha no campo das metáforas e transmite a ideia de que há a necessidade de haver uma maior familiarização de fato com a Matemática de modo que os alunos tenham condições não só de falar em linguagem matemática, mas também de fazerem Matemática, haja vista que para muitos a Matemática é tão incompreensível como uma língua estrangeira que não se fala (PIMM, 1998).

Pimm (1998) estabelece alguns princípios que, segundo ele, são considerados organizadores do uso dos mediadores escritos em Matemática como, por exemplo, códigos de cor, de ordem e de posição.

De modo geral, os códigos de cor dizem respeito a uma especificidade, por exemplo, que distingue números positivos e negativos, fazendo uso das cores verde e vermelho, respectivamente, comumente adotada em alguns países¹³. Já os códigos de posição dizem respeito ao significado que cada letra ou palavra pode assumir a depender do local onde ele está inserido numa construção, como uma equação por exemplo.

Buscando relacionar a apropriação da linguagem matemática pelo indivíduo com a língua materna deste, Azerêdo e Rêgo (2016), parafraseando Devlin (2004), apontam estudos revelando que crianças de nacionalidade chinesa e japonesa “têm maior facilidade na aprendizagem da contagem e dos sistemas numéricos que crianças com idioma inglês”, em virtude de haver diferenças nas estruturas das regras gramaticais pela qual os numerais são construídos (AZERÊDO e RÊGO, 2016, p. 158).

Para Lorensatti (2009) e conforme já mencionado:

a linguagem matemática pode ser definida como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam segundo determinadas regras. Esse conjunto de símbolos e regras deve ser entendido pela comunidade que o utiliza. A apropriação desse conhecimento é indissociável do processo de construção do conhecimento matemático. (LORENSATTI, 2009, p. 90).

Segundo Granell (2003), a linguagem matemática é:

Compreendida como organizadora de visão de mundo, deve ser destacada com o enfoque de contextualização dos esquemas de seus padrões lógicos, em relação ao valor social e à sociabilidade, e entendida pelas intersecções que a aproximam da linguagem verbal. (GRANELL, 2003, p. 28).

Como defendem alguns autores (LORENSATTI, 2009; CARRASCO, 2001), a Matemática sendo constituída por um conjunto de símbolos, tendo regras específicas, precisa ser compreendida por aqueles que a utilizam. Para Menezes (2000), a linguagem da matemática é considerada híbrida, uma vez que resulta da interligação desta com uma língua natural, como por exemplo, o português. Conseguir escrever as ideias contidas nos símbolos matemáticos extraíndo os pormenores neles existentes faz parte do processo de compreensão e apropriação desta linguagem.

Neste caso, os aspectos pragmáticos do aprender Matemática se sobressaem aos aspectos de uma Matemática apenas como ferramenta.

Apropriar-se da linguagem matemática vai muito além da ideia de conseguir resolver problemas a partir da memorização de fórmulas. Esse domínio pode ser evidenciado quando o aluno consegue comunicar-se nesta linguagem, seja de forma oral ou escrita. Como exemplo disso, menciona-se a interpretação que o aluno consegue fazer de determinado conteúdo apresentado por meio de uma simbologia: o Teorema de Pitágoras, onde $a^2 = b^2 + c^2$. Não é incomum que alunos da Educação Básica não consigam fazer a leitura e conseqüentemente a interpretação dessa representação: em qualquer triângulo retângulo, o quadrado da medida do comprimento da hipotenusa é igual à soma dos quadrados das medidas dos comprimentos dos catetos.

Para Lorensatti (2009):

Ler e compreender implica decodificar, atribuir e construir significado; é um ato interativo entre as características do texto e as do leitor. A interação deve ocorrer entre os conhecimentos prévios desse leitor e as informações novas contidas no texto que está sendo lido. O resultado da compreensão é a construção de uma representação mental decorrente dessa interação. Assim, pode-se dizer que ler e compreender um problema matemático escrito significa saber decodificá-lo linguisticamente, reconstruí-lo no seu significado matemático para poder codificá-lo novamente em linguagem matemática. (LORENSATTI, 2009, p. 96).

Ainda neste sentido, Lorensatti (2009) enfatiza que ler textos matemáticos tem sentido mais amplo do que apenas compreender a parte léxica do texto. Exige que se faça uma leitura interpretativa, o que requer um suporte linguístico e de um referencial da linguagem matemática para que os códigos matemáticos sejam decifrados.

No campo dessa compreensão linguística, Pimm (1998, p. 28) defende que as capacidades linguísticas mais importantes consistem em ser capaz de atribuir significado ao que se escuta e lê e de transmitir as próprias intenções através dos canais falados e escritos. Ou seja, essa ideia vai ao encontro do processo de efetivação da apropriação da linguagem matemática.

Para Azerêdo e Rêgo (2016), a linguagem exerce um papel fundamental no ensino da Matemática, haja vista que o processo de ensino dessa requer o desenvolvimento de processos comunicativos sobre os conhecimentos a serem ensinados e esse processo deve envolver professores e alunos. Os autores consideram que esse processo de comunicação, que pode se dá “por meio de

explicações orais, estudos e produção de textos, diálogos e debates, possibilita-se a elaboração de conceitos e a compreensão de princípios e procedimentos de cada componente curricular” (AZERÊDO; RÊGO, 2016, p. 157).

Em relação ao ensino de Matemática, Pimm (1998) considera a comunicação como um dos problemas essenciais para qualquer pessoa que se interessa em ensinar Matemática, uma vez que ela constitui uma atividade social relacionada de maneira profunda com a comunicação.

4.2 Matemática como um discurso

No português, ao falar-se em discurso a ideia mais comumente suscitada em quem ouve é que se trata de estudos no campo da Linguística. Esse ato, espontâneo, traz consigo alguns equívocos, dentre os quais destaca-se a extrapolação polissêmica que pode assumir o termo discurso em suas ramificações.

Para Bakhtin (1992), a compreensão da língua como sendo um discurso requer o entendimento acerca da impossibilidade de separação dessa dos seus falantes e de seus atos nas mais variadas esferas. Ou seja, nessa visão, considerar as condições de produção de um discurso é imprescindível.

Etimologicamente, a palavra discurso remete à ideia de curso, de percurso, de movimento, de correr. Discurso representa a palavra em movimento, ou seja, é uma prática de linguagem que caracteriza o homem falando (ORLANDI, 2007).

De acordo com o dicionário Priberam, o termo discurso pode assumir uma variedade de significados, dentre os quais destacam-se: fala ou texto preparado para ser apresentado perante uma audiência; peça oratória; conjunto ordenado de frases, ditas em público ou escritas; exortação feita por um eclesiástico aos fiéis. = oração, prática, prédica, sermão; forma de conhecimento baseada no raciocínio, uso real da língua por um indivíduo, numa determinada situação etc. O termo assume significados diferenciados a depender da área de vinculação, como por exemplo, Filosofia, Religião, Linguística etc.¹⁴

Levando-se em consideração o campo polissêmico em que atua o discurso, Sfard (2008), aponta que a forma mais trivial de se distinguirem os discursos é por meio da especificação de seus respectivos objetos de estudo, uma vez que cada área tem seu objeto delimitado. Exemplificando essa ideia, a autora menciona a Zoologia,

¹⁴ Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/discurso>

a Química e a História, dando ênfase aos seus objetos de estudos, possibilitando assim a compreensão acerca do discurso presente em cada uma das áreas: discurso sobre animais, substâncias químicas e comunidades passadas, respectivamente. Neste sentido, para a autora, a Matemática pode ser compreendida como um discurso sobre objetos matemáticos, como números, conjuntos e funções, sendo estes objetos altamente intangíveis, ilusórios e abstratos.

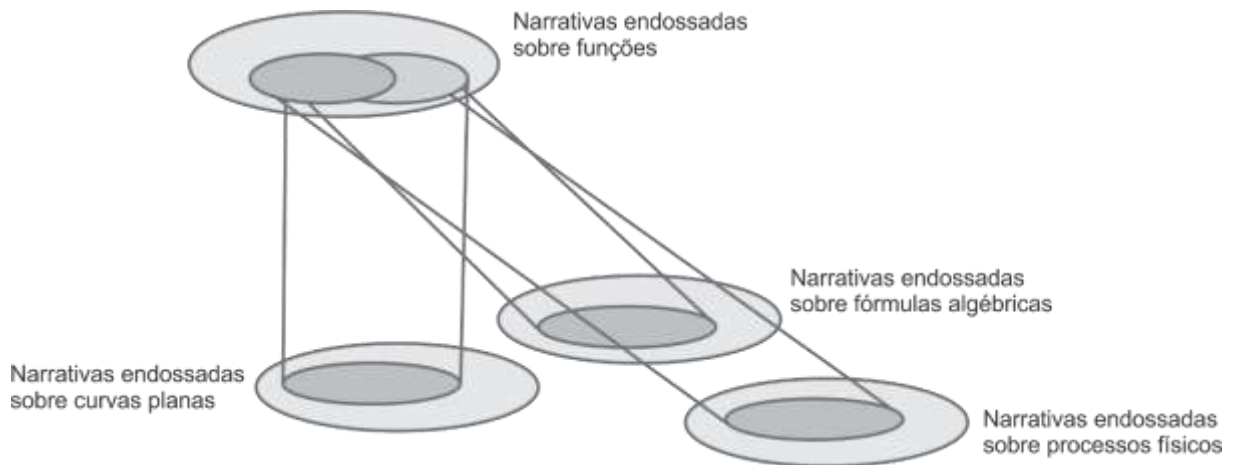
Desta forma, discurso são as várias formas de comunicação e, nesse contexto, por essa comunicação do discurso matemático ser distinguida das outras, é considerada um discurso especial. Sfard (2008) enfatiza que o ato de aprender Matemática significa apropriar-se desse discurso, de seus objetos, seus mediadores e de suas regras.

Em relação ao discurso matemático, Sfard (2008) destaca que diferente de áreas como Química, História e Zoologia, em que há uma separação entre discurso e objeto, na Matemática ocorre o contrário: os objetos dos quais se falam, eles mesmos são construções discursivas fazendo assim parte do próprio discurso. Exemplificando essa ideia a autora evidencia que a Matemática tem início quando os objetos da vida real (tangíveis) param, levando-nos assim à reflexão acerca do nosso próprio discurso a respeito desses objetos.

O discurso matemático quando estático na forma de texto escrito pode representar uma estrutura de vários níveis e as camadas que compõem esses níveis, quaisquer uma delas podem originar um novo estrato discursivo. Assim sendo, a Matemática exterioriza-se como um sistema autopoietico¹⁵, o que significa dizer um sistema que contém os objetos dos quais se fala assim como a fala, um sistema que se autorreproduz. No caso, um novo discurso para ser produzido necessita de um discurso anterior. Ou seja, uma camada discursiva torna-se objeto originário de um novo estrato discursivo (Figura 2).

¹⁵ De acordo com o Dicionário Priberam, o termo está relacionado à Biologia, “autopoiese” que significa: “condição de um ser vivo ou de um sistema que se produz continuamente a si próprio ou sistema isolado, construído pelos componentes que ele próprio cria”, o que talvez explica a utilização do termo por Sfard (2008) para classificar o discurso matemático como reprodutor de si mesmo.

Figura 5 - Camadas do discurso matemático



Fonte: Sfard, 2008, p. 175

Na Figura 5, Sfard (2008) ilustra o discurso sobre funções, que inclui discursos sobre fórmulas algébricas, sobre curvas e sobre processos físicos.

A natureza autogerativa do discurso matemático pode criar uma situação paradoxal, haja vista que a familiaridade de uma pessoa com que o discurso fala parece ser uma pré-condição para a participação neste discurso. Porém, ao mesmo tempo, tal familiaridade pode apenas emergir dessa participação (SFARD, 2008).

Sfard (2008) chama a atenção para o fato de que não se deve confundir discurso matemático, compreendido como uma forma de comunicação em contextos sociais específicos, com uma linguagem. Para a autora, linguagem matemática pode ser caracterizada como o registro da Matemática, remetendo à ideia de que os objetos matemáticos estão no mundo e preexistem a conversa acerca deles.

Ao categorizar os discursos matemáticos, Sfard (2008) apresenta quatro propriedades consideradas fundamentais no processo de definição de um discurso como sendo ou não matemático. São elas: uso de palavras, mediadores visuais, narrativas endossadas e rotinas.

O “uso de palavras” ou vocabulário, como uma propriedade a ser considerada na categorização dos discursos, diz respeito às palavras-chaves que são usadas, sendo elas características distintivas do discurso. No caso da Matemática, estas palavras-chaves significam formas ou quantidades (Figura 5), principalmente, e não exclusivamente. O uso dessas palavras é de fundamental importância haja vista que remetem ao “significado de palavras” e são responsáveis pelo que o usuário é capaz

de dizer acerca do mundo e conseqüentemente a forma como vê o mundo (SFARD, 2008).

Figura 6 - Exemplo do uso de palavras no discurso matemático.



Fonte: Charges Roraima. ¹⁶

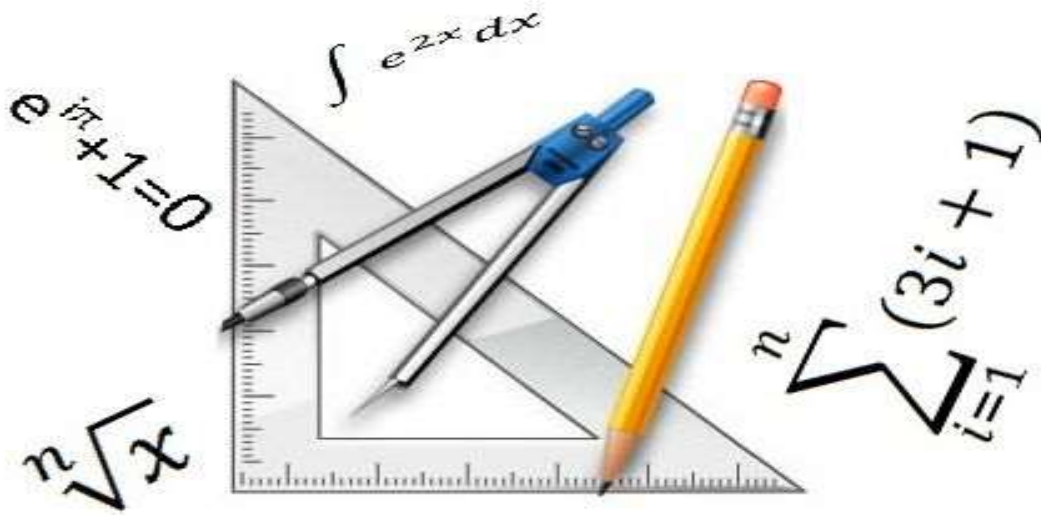
Ainda em relação ao uso de palavras/vocabulário no Discurso Matemático, vale destacar que “as palavras acionam uma determinada produção discursiva, ou seja, uma forma de comunicação peculiar. Comunicar infinitas outras gera produções discursivas peculiares ao Discurso”. Por produções peculiares são entendidas aquelas praticadas por determinada comunidade sendo por elas legitimadas como sendo verdade. (LUNA; SOUZA; MENDUNI-BORTOLOTTI, 2017, p. 50).

São definidos como mediadores visuais objetos visíveis operados como parte de um processo de comunicação. São exemplos de mediadores visuais no discurso matemático gráficos, tabelas, símbolos algébricos, ícones, desenhos (SFARD, 2008) (Figura 6).

Os mediadores visuais são símbolos próprios, produzidos especificamente para a comunicação, a qual é o próprio discurso matemático. Esses podem ser também entendidos como “artefatos simbólicos criados especialmente para mediar visualmente a comunicação entre os discursantes” (LUNA; SOUZA; MENDUNI-BORTOLOTTI, 2017, p. 50).

¹⁶Disponível em: <http://roraimawebartes.blogspot.com/2013/09/charges-roraima-aula-de-matematica.html>

Figura 7 - Exemplo de mediadores visuais



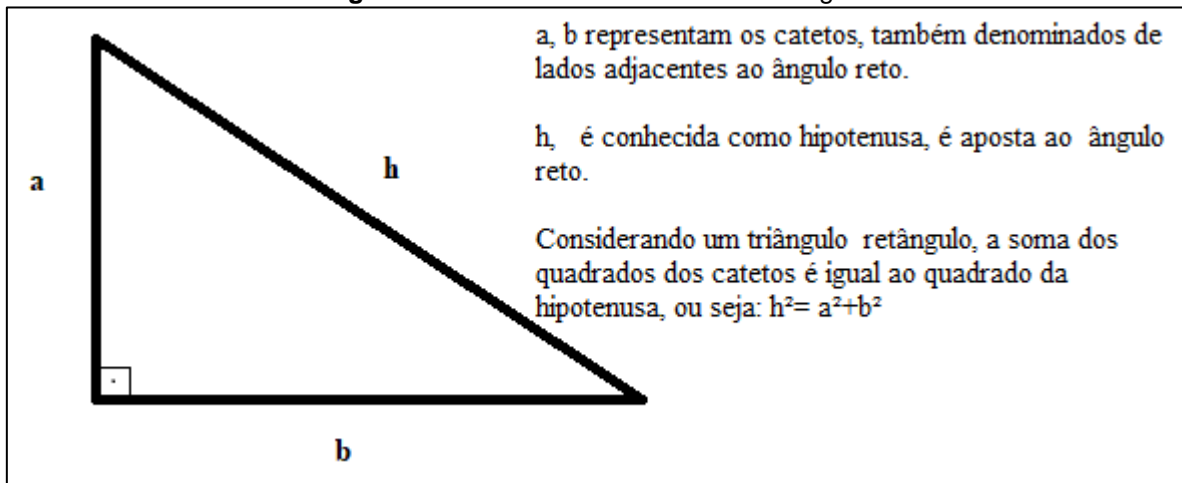
Fonte: Secundária Angelopolitano. ¹⁷

Sfard (2008) destaca que as narrativas são construções discursivas escritas e que essas narrativas podem ser legitimadas (endossadas) ou não pela comunidade praticante do discurso matemático. Características como uso de palavras e mediadores visuais estão interligados aspirando à produção do discurso endossado.

Como exemplo de narrativas (Figura 7) podem-se destacar os teoremas, axiomas e definições com certas narrativas que já foram legitimadas/endossadas, presentes em documentos oficiais, livros, bem como na maneira de ensinar do professor. Todos esses exemplos compõem narrativas (MENDUNI-BORTOLI; BARBOSA, 2017, p. 948-949).

¹⁷ Disponível em: <https://secundariaangelopolitano.wordpress.com/matematicas/primer-grado/primer-grado-grupo-a/>

Figura 8 - Enunciado do Teorema de Pitágoras.



Fonte: autor

Na figura 8, quando é apresentado o enunciado do Teorema de Pitágoras, temos um exemplo de uma narrativa endossada, uma vez que se trata de uma construção discursiva, no caso, escrita, já validada por aqueles que participam do discurso matemático.

Sfard (2008) define o que é conceito e realizações. Para a autora, o termo conceito diz respeito àquilo que palavras ou nomes são capazes de comunicar, sendo as realizações definidas pela autora como as várias formas possíveis de comunicar um conceito. Em relação ao processo de comunicação, ela destaca que pode ocorrer de diversas formas, como utilizando-se da fala, da escrita, da gesticulação, por meio do uso de simbologias etc.

Em relação às realizações de um determinado conceito, ou seja, as formas de comunicar esse conceito, Menduni-Bortoli e Barbosa (2017, p. 271), apoiando-se em Sfard (2008), destacam que podem ser identificadas em “livros didáticos, documentos oficiais, no ato de ensinar do professor ou em um grupo de professores trabalhando juntos”.

Destaca-se também que as realizações podem ser tidas como narrativas. Essas podem ser tanto faladas quanto escritas e validadas ou rejeitadas por determinado grupo participante da comunicação (SFARD, 2008).

Depois de apresentando compreensões de Sfard (2008) quanto a definição de conceito e realizações, agora passa-se à compreensão do que de fato são as rotinas citadas pela autora enquanto uma das propriedades que caracterizam o discurso matemático.

No contexto do discurso matemático, as rotinas são as formas distintas de

produção de uma narrativa a partir de realizações já validadas por aqueles que participam desse discurso. Considerando a especificidade da comunicação, no caso da Matemática, as formas de realizações assumem um caráter singularizado haja vista a utilização de vocabulário próprio (uso de palavras), mediadores visuais que, conforme já mencionado, dizem respeito à utilização de símbolos, imagens, gráficos, desenhos etc. como mediadores do processo de comunicação matemática e também de rotinas (SFARD, 2008). Neste sentido,

As rotinas são um conjunto de metarregras, que, por sua vez, consistem em ações discursivas utilizadas pelo participante da comunicação no desenvolvimento de determinada realização. As rotinas são fundamentadas nas regras de realização do conceito, que dão validade às ações discursivas, pois as regras de realização constituem narrativas que definem o conceito, como teoremas, definições, axiomas. Metarregras, substanciadas em regras de realização, produzem uma rotina cuja realização provavelmente será considerada válida (MENDUNI-BORTOLI; BARBOSA, 2017, p. 272).

Menduni-Bortoli; Barbosa (2017) apresentam uma situação hipotética a fim de clarear a compreensão acerca das metarregras que, no discurso matemático, dão lugar às chamadas rotinas matemáticas. Imagina-se uma situação cujo objetivo seja “encontrar a altura de um poste, com dados já conhecidos, como o comprimento da sombra que ele projeta no chão, a altura de um prédio e o comprimento da sombra projetada pelo prédio” (p. 272).

Na situação proposta, uma das possibilidades para chegar-se satisfatoriamente ao solicitado é a utilização de conhecimentos envolvendo noções de regra de três, levando-se em consideração que três valores são conhecidos e um precisa ser encontrado. Evocar conhecimentos sobre regra de três” é considerada uma metarregra, pois é a ação discursiva utilizada pelo participante da comunicação que descreve a rotina por ele empregada”. (MENDUNI-BORTOLI; BARBOSA, 2017, p. 272).

5 ESCRITA MATEMÁTICA NO SISTEMA BRAILLE

Esta seção tem como objetivo apresentar questões relacionadas ao Código Braille, trazendo de forma breve aspectos históricos sobre a criação desse código, sua utilização na matemática e física bem como sua importância e principais características no processo de apropriação de conhecimento por alunos cegos.

5.1 Breve histórico do Código Braille¹⁸ Aos 3 (três) anos de idade, Louis Braille, um jovem Francês, ao brincar na oficina de seu pai acabou perfurando seu olho com umas das ferramentas ali presentes. Mesmo tendo recebido a melhor atenção médica disponível à época, isso não foi o suficiente para evitar a cegueira total; uma infecção atingiu seus dois olhos. A situação vivenciada por Braille não o desmotivou, pelo contrário, o encorajou de modo a envidar esforços para criar um mecanismo que possibilitasse aos cegos se comunicarem por meio da escrita e leitura individual (MARTINS, 2014).

Em relação aos recursos de leitura e escrita disponíveis à época aos cegos, esses eram poucos, quase inexistentes além de ineficientes. O sistema disponível consistia em movimentar o dedo ao longo do registro de letras em relevo, o que se apresentava como um processo lento e difícil, haja vista que discernir letras complexas do alfabeto era quase impossível. Esse sistema foi adaptado por Valentin Hauy, fundador da primeira escola para cegos do mundo, Instituto Real dos Jovens Cegos no ano 1784, na cidade de Paris (MARTINS, 2014).

Na tentativa de criar um mecanismo efetivo que viesse possibilitar aos cegos participação nos processos de leitura e escrita, diferente daquele inventado por Hauy, Braille, ao ouvir falar do invento do oficial do exército francês, Charles Barbier, conhecido como código militar, escrita noturna e sonografia, buscou conhecê-la. A invenção do oficial objetivava possibilitar a existência de comunicação entre os oficiais de guerra no período noturno. A intenção era que os oficiais se comunicassem no escuro sem a necessidade de emissão de qualquer tipo de som.

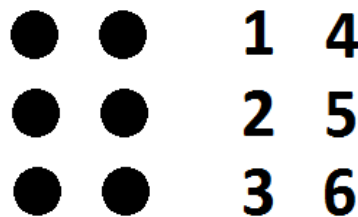
¹⁸ Para a escrita desta seção alguns sites acadêmicos e institucionais foram consultados: <http://camaradeparaguacu.mg.gov.br/escola/wp-content/uploads/2014/01/historia-braille.pdf>; http://www.escoladecegositu.com.br/louis_braille.asp; <http://ibc.gov.br/figue-por-dentro/339-quem-foi-louis-braille>; <http://www.escoladailha.com.br/portal/quem-inventou-o-braille/>.

A invenção de Barbier que consistia em 12 (doze) sinais, sendo eles pontos e linhas em relevo, que representavam as sílabas na língua francesa, não obteve êxito naquilo que se destinava inicialmente, uma vez que por ter sido considerada complexa foi rejeitada pelos militares. O código militar de Barbier usava uma matriz¹⁹ de 6 x 6 pontos na intenção de representar letras e fonemas. Era uma matriz muito extensa, o que impossibilitava que fosse sentida de uma só vez com a ponta do dedo.

Embora o código militar de Barbier não tenha se mostrado eficiente naquilo que se propôs, foi considerado de grande relevância para que o código Braille viesse a existir, tendo em vista que a ideia dos pontos em relevo deu ainda mais inspiração a Louis Braille, aproximando-o daquilo se destinou construir.

Em 1825, baseado na ideia dos pontos em relevos, finalmente, Louis Braille chegou ao desenvolvimento do código que recebeu nome. O código consistia em utilizar “seis combinações de pontos dispostos em células retangulares com três linhas e duas colunas, resultando em 63 combinações que representam letras e símbolos utilizados em diferentes áreas: Português, Matemática, Química, Física, Música etc.” (MARCELY e PENTEADO, 2011, p. 4).

Figura 9 - Exemplo da configuração da Cella Braille



Fonte: Célula Mecatrônica Tateável para Interpretação de Caracteres Braille de Texto Digitalizado ou Sonoro para Portadores de Deficiência Visual.²⁰

Devido à invenção de Louis Braille, o ano de 1825 foi considerado como um marco para a educação, sobretudo no que diz respeito à integração dos deficientes visuais na sociedade. Antes disso, os cegos estavam limitados a usufruírem apenas de processos básicos de comunicação, não podendo adentrarem em áreas como

¹⁹ Matrizes são organizações de informações numéricas em uma tabela retangular formada por linhas e colunas. Disponível em: <https://matematicabasica.net/matrizes/>. Acessado em 04.10.19.

²⁰ Disponível em:

https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&biw=1366&bih=654&tbm=isch&sxsrf=ACYBGNTzHsV6KHwR7mN22vm7oOYilz8KIQ%3A1570245091604&sa=1&ei=4wmYXezBJPSu5OUPz-C16AE&q=representa%C3%A7%C3%A3o+da+cela+braille&oq=representa%C3%A7%C3%A3o+da+cela+braille&gs_l=img.3...263419.268236..268789...2.0..0.142.2283.0j19.....0....1..gws-wiz-img.hxX2HF4Wlp0&ved=0ahUKEwisv5TnkoTIAhV0F7kGHU9wDR0Q4dUDCAY&uact=5#

Matemática, Música, utilização da escrita com direito a um alfabeto próprio com símbolos de acentuação, pontuação e numeração.

Embora o Código Braille tenha sido inventado no ano de 1825, somente em 1854 chegou ao Brasil. A chegada desse código se deu por meio de um brasileiro que se dedicou a aprender o sistema desenvolvido por Louis Braille. José Álvares de Azevedo foi o responsável pela chegada do Código Braille ao Brasil, fato que o fez ser o patrono da educação dos cegos no Brasil. O Brasil foi o primeiro país a adotar oficialmente o Sistema Braille, o que levou à fundação do Instituto Imperial dos Meninos Cegos, na gestão de Dom Pedro II, hoje chamado de Instituto Benjamin Constant (IBC).

5.2 Código Braille de Matemática unificado para a Língua Portuguesa

A aplicação do Código Braille à Matemática foi proposta por Louis Braille no ano de 1837 quando da edição do código. A proposta incluía criação de símbolos essenciais para os algarismos e as convenções para a aritmética e a geometria. Entretanto, embora contemplada na edição do código, nem sempre essa simbologia foi utilizada nos países que vieram a adotar o Braille, o que posteriormente possibilitou a ocorrência de diferenças tanto regionais quanto locais, fazendo prevalecer uma diversidade de códigos para as áreas da Matemática e ciências, mundialmente. (BRASIL, 2006).

Como as divergências em relação à utilização universal do Código Braille para as áreas de Matemática e ciência perduraram, no intuito de unificar a simbologia para essas áreas do conhecimento, aconteceu no ano de 1929, em Viena, um congresso reunindo representantes de países da Europa e Estados Unidos para discutirem a temática apresentada a fim de chegarem a um consenso, o que não obteve êxito. Ao contrário do que se esperava, essas divergências se tornaram ainda mais acentuadas, haja vista que as revoluções técnicas e científicas do século XX exigiam a criação de novos símbolos (BRASIL, 2006).

As tentativas com vistas a unificar o Código Braille para a Matemática e ciências não cessaram. Em 1973, foi realizada em Buenos Aires a Conferência Ibero-Americana, onde discutiram o estabelecimento de um código único para países de língua castelhana e portuguesa, oportunidade na qual Brasil, Argentina e Espanha protagonizaram na apresentação de propostas.

Em 1977 foi criado pelo Comitê Executivo do Conselho Mundial para o Bem-Estar dos Cegos, na cidade de Riad, na Arábia Saudita, o então chamado Subcomitê de Matemáticas e Ciências, com o objetivo de promover em âmbito nacional e regional estudos que visavam a unificação dos variados códigos em uso, tendo como participantes representantes da Espanha, União Soviética, Alemanha Ocidental e Inglaterra (BRASIL, 2006).

Depois de vários países tentarem chegar ao consenso no que diz respeito à unificação do Código Braille, no ano de 1987, em Montevideu, países de língua castelhana, na ocorrência de um encontro de representantes das imprensas Braille dos países que falavam essa língua, chegaram a um acordo quanto à unificação da simbologia matemática. Na referida reunião se fizeram presentes dois representantes brasileiros (BRASIL, 2006).

No Brasil, já desde a década de 70, do século XX, especialistas no Sistema Braille, principalmente aqueles vinculados ao IBC e também à Fundação Dorina Nowill para Cegos, começaram a pensar sobre as possíveis vantagens que a unificação dos códigos científicos trariam no que se referia à transcrição em Braille, uma vez novos símbolos, principalmente da Matemática Moderna, haviam sido incluídos. O Brasil sempre “participou dos estudos desenvolvidos pelo comitê de especialistas da Organização Nacional de Cegos Espanhóis (ONCE) que resultaram no Código Matemático Unificado (CMU) (BRASIL, 2006, p. 14).

Tendo o Brasil participado ativamente de discussões acerca da unificação do Código Braille, em 1991, foi decidido pela criação da Comissão para Estudo e Atualização do Sistema Braille vigente no Brasil, haja vista as mudanças ocorridas. O árduo trabalho dessa comissão se estendeu até o dia 18 de maio de 1994 quando da sua conclusão. A partir desse momento foi adotado no Brasil o “Código Matemático Unificado para a Língua Castelhana, com adaptações à realidade brasileira” (BRASIL, 2006, p. 15).

O Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa oferece excelentes opções para a representação de símbolos do sistema comum, até agora sem representação adequada no Sistema Braille, como os casos de índices e marcas. Alternativa digna de destaque é a aplicação dos parênteses auxiliares, recurso de representação em braille nos casos em que a escrita linear dificulta o entendimento das expressões matemáticas. O CMU possui, ainda, símbolos disponíveis para novas representações em braille.

Por meio do CMU é possível ensinar aos alunos cegos como a matemática está estruturada nesse código permitindo assim que eles tenham condições de se apropriarem dos conteúdos específicos da matemática.

6 APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE

6.1 Base legal do direito à educação ao aluno com deficiência

Durante muito tempo, ser pessoa com deficiência era um problema que trazia consigo grandes consequências. Essas pessoas com deficiência eram rejeitadas ao nascerem, uma vez que eram vistas como amaldiçoadas, que a deficiência era uma forma de castigo divino por conta do pecado dos pais. Essas pessoas, por terem essa condição de deficiência, eram levadas à morte. Acreditavam que não podiam viver em sociedade, uma vez que eram vistas como seres monstruosos (GAUDENZI; ORTEGA, 2016).

Embora essa crença de que as pessoas com deficiência eram seres amaldiçoados tenha sido algo do passado e pouco sustentada no tempo presente, ainda assim vivenciamos situações que põem essas pessoas como escória da sociedade e que as levam ao descrédito quanto a seu potencial de aprendizado.

No sentido não somente de potencializar a aprendizagem das pessoas com deficiência, mas também de desconstruir essa imagem negativa em relação às suas possibilidades de aprendizagem, surge um movimento forte tendo como objetivo a inclusão das pessoas com deficiência na escola, iniciando um processo de inclusão escolar. Antes desse movimento de inclusão escolar as pessoas com deficiência passaram por momentos históricos que evidenciaram práticas de exclusão, segregação e integração.

De acordo com Santos (2012), a inclusão escolar é mais do que um processo que permite a transmissão de conteúdos técnicos-teóricos, deve também atuar na perspectiva de possibilitar a convivência humana, levando a interações que revelem a singularidade de cada indivíduo e a partir dessas ao desenvolvimento de práticas, tanto de ensino quanto de interação, que sejam pluralizadas, mas também individuais. A educação inclusiva assume papel de suma importância na promoção de reflexões que nos levem à compreensão de que todo aluno, com deficiência ou não, tem de ter garantido o acesso e também condições de permanência na educação formal, comumente chamada de escolar.

No Brasil, em 1988, foi promulgada a Constituição Federal (CF) do país, também chamada de Constituição Cidadã, tendo como símbolo principal o processo de redemocratização nacional. No que se refere à educação, a Constituição Federal

de 1988 (CF/88), traz em seu Art. 205 dispositivos que asseguram que todas as pessoas têm direito à educação, sendo dever do Estado e da família. Embora o texto legal mencione a educação como um direito de todos, muito precisa ser avançado para a efetivação desse direito, principalmente em relação às pessoas com deficiência, haja vista que não basta a garantia do direito. No art. 206, a CF/88 também afirma que o ensino deve ser ministrado levando-se em consideração o princípio de igualdade de condições, não só de acesso, mas também de permanência.

Em março de 1990, aconteceu na Tailândia uma assembleia que deu origem à Declaração Mundial sobre Educação para Todos, trazendo em seu preâmbulo a seguinte redação: "há mais de quarenta anos, as nações do mundo afirmaram na Declaração Universal dos Direitos Humanos que "toda pessoa tem direito à educação" (UNESCO, 1990, p. 01). Embora não tenha sido essa a primeira discussão em nível internacional sobre a garantia do direito à educação a todos, pouco se havia avançado no sentido de consolidar a efetivação desse direito.

Já em 1994, aconteceu em Salamanca, na Espanha, outra discussão internacional acerca da garantia do direito à educação; dessa vez, dando especificidade à garantia desse direito às pessoas com deficiência. Sendo considerada como o marco mais importante na luta por educação às pessoas com deficiência, a Declaração trouxe os seguintes princípios:

toda criança tem direito fundamental à educação, e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem; toda criança possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem que são únicas; sistemas educacionais deveriam ser designados e programas educacionais deveriam ser implementados no sentido de se levar em conta a vasta diversidade de tais características e necessidades; aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades; escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas provêm uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimoram a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional (UNESCO, 1994, p. 01).

No Brasil, em 1996, é aprovada a Lei n. 9394/96 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Mais uma vez entra na pauta a discussão sobre a garantia do direito à educação das pessoas com deficiência. Diante de um histórico de lutas sobre a inclusão das Pessoas com Deficiência, a LDBEN, conforme

consta no Capítulo V da referida lei, traz dispositivos que buscam garantir a efetivação desse direito. Não obstante a garantia do acesso à educação, a LDBEN traz questões relacionadas também a permanência do aluno com deficiência. Com o objetivo de garantir a inclusão efetiva dos alunos com deficiência a LDBEN, no Art. 69, apresenta um rol situações que devem ser garantidas aos alunos com deficiência pelos sistemas de ensino. São elas:

- I – currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;
- II – terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências, e aceleração para concluir em menor tempo o programa escolar para os superdotados;
- III – professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns;
- IV – educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade, inclusive condições adequadas para os que não revelarem capacidade de inserção no trabalho competitivo, mediante articulação com os órgãos oficiais afins, bem como para aqueles que apresentam uma habilidade superior nas áreas artística, intelectual ou psicomotora;
- V – acesso igualitário aos benefícios dos programas sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível do ensino regular (BRASIL, 1996).

Ainda em relação aos aspectos legais da garantia do direito à educação a todas as pessoas com deficiência, no ano de 2015, no Brasil, foi aprovada a Lei n. 13146/2015, denominada de Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), conhecida também como Estatuto da Pessoa com Deficiência. Em seu Art. 27, a LBI estabelece que:

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem.
Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação (BRASIL, 2015).

Levando-se em consideração que as bases legais acima apresentadas constituem apenas uma parte dentre todas aquelas que versam sobre a garantia de direito à educação a todas as pessoas com deficiência, ficando muitas outras sem serem mencionadas (Declaração Universal dos Direitos Humanos, ONU, 1948; Lei nº

4.024/1961; Lei nº 7.853/1989; Lei nº 8.069/1990; Decreto nº 6.949/2009; Lei nº 12.796/2013, dentre outras). No campo do discurso ou no campo legal muitos foram os avanços relacionadas a essa temática, uma vez que muitos são os dispositivos legais que asseguram o direito à inclusão de pessoas com deficiência.

No entanto, na prática, o cenário ainda continua necessitando de avanços, uma vez que “não basta uma gama de documentos legais para se garantir a efetivação dos princípios inclusivos, pois são necessárias transformações no sistema escolar para atender as demandas educacionais dos alunos público-alvo da educação especial” (ZERBATO, 2018, p. 20)

Em relação à inclusão escolar de pessoas com deficiência, o não alcance dos dispositivos previstos nos instrumentos legais, nem sempre é devido à ineficiência dos sistemas, mas por vezes, também pela complexidade destes. A exemplo, o disposto no Inciso I Artigo 59 da LDBEN menciona a obrigatoriedade de os sistemas de ensino assegurarem aos educandos com deficiência, Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD), altas habilidades ou superdotação: “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades” (BRASIL, 1996, p. 42).

Sendo o que este trabalho propõe, um exemplo do citado anteriormente é evidenciado no caso da prova do leitor para alunos com deficiência visual. Não é suficiente o sistema público apenas garantir aos usuários do sistema Braille a presença do leitor. É preciso também ter conhecimento científico produzido sobre esta ação.

De acordo com dados do Censo Escolar 2018 divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o número de alunos Público-Alvo da Educação Especial (PAEE) matriculados no ensino comum teve um aumento considerável chegando a 1,2 milhão, registrando um aumento de 32,2% em relação a 2014 (BRASIL, 2019).

Como revelado por meio dos dados, cada vez mais os alunos com deficiência estão chegando aos espaços formais de ensino. No entanto, a situação ainda é preocupante, uma vez que estes alunos que aparentemente estão sendo “incluídos”, ao chegarem à escola são “excluídos”, em virtude de encontrarem “espaços inacessíveis e um corpo docente preparado para práticas excludentes” (CAMARGO, 2016, p. 26).

Ainda em relação a esta situação, é necessário que a universidade se

posicione, haja vista a responsabilidade social que esta tem face ao enfrentamento de qualquer tipo de desigualdade social, bem como de qualquer prática/ato que seja considerado excludente e/ou cerceador de direitos, contribuindo, desta forma, para reversão do cenário apresentado (CAMARGO, 2016).

Levando-se em consideração a responsabilidade social da universidade mencionada por Camargo (2016), pensar uma formação inicial dos professores que trate efetivamente de questões relacionadas à inclusão escolar é fator que deve perpassar por todos os cursos de licenciatura, seja na área das humanas, seja na área das exatas, haja vista à existência de alguns estereótipos em relação a quais cursos devem ou não discutir a educação especial na perspectiva da inclusão.

Em um cenário em que é cada vez mais evidente o aumento no número de alunos com deficiência matriculados no ensino comum se faz necessário que em toda a Educação Básica sejam viabilizadas estratégias e metodologias que de fato venham incluir o aluno com deficiência. Assim, oportunizando a este aluno condições de aprendizagem e sucesso no que diz respeito ao avanço e continuidade de estudos posteriores, tendo em vista que a inclusão é aquela que permite a ocorrência da “heterogeneidade em lugar da homogeneidade, a construção de saberes em lugar da sua mera transmissão, o sucesso para todos em lugar da seleção dos academicamente mais aptos e a cooperação em lugar da competição” (RODRIGUES, 2008, p. 11).

Rodrigues (2008) afirma ainda que a escola não está preparada para a heterogeneidade presente nas salas de aula, uma vez que não foi pensada nessa perspectiva. Segundo o autor, para ela é mais fácil e comum lidar com a homogeneidade, tratar todos da mesma forma, não compreendendo e respeitando as singularidades de seus alunos.

No sentido de tornar a escola um espaço onde todos os alunos possam ter sucesso, sendo este compreendido como o momento em que os alunos atingem “o limite superior de suas capacidades”, faz-se necessário que os professores deixem de ser apenas transmissores de conteúdos e desenvolvam um conjunto de práticas que possibilitem, nessa perspectiva, o sucesso efetivo a estes alunos (RODRIGUES, 2008, p. 11).

Aproximando essa discussão a um dos constituintes dessa pesquisa, no caso, o ensino de Física para alunos com deficiência visual que fazem uso do Sistema Braille, a Física traz em sua essência algumas especificidades. É uma disciplina que

requer dos alunos condições para interpretação de situações, do seu cotidiano, inclusive, habilidades para resolução de problemas, e domínio da linguagem matemática existente na Física, o que inclui a interpretação de um conjunto diverso de mediadores visuais. O ensino de Física, não com exclusividade, envolve um conjunto de questões que juntos podem levar o aluno de fato ao aprendizado do conteúdo proposto fazendo com que este faça sentido para o aluno.

Em relação ao ensino de Física para o aluno com deficiência visual, a fim de nos situarmos, frisamos que ao longo dos anos, as pessoas com deficiência foram sendo estigmatizadas ao ponto muitos descreditarem tanto de suas capacidades quanto de suas potencialidades de aprendizagem. Ser Pessoa com Deficiência, em um passado não muito distante, significava estar aprisionado em fatores genéticos que por si só determinavam as condições de limitações dos aprendizes, haja vista que na visão ultrapassada dos que acreditavam e defendiam esse posicionamento, a deficiência apresentada indicava comprometimento do intelecto de cada pessoa nesta condição. Atualmente, em muitas situações, as Pessoas com Deficiência ainda são rotuladas como sendo incapazes de realizarem atividades acadêmicas e também profissionais (SANTOS e SILVA, 2013).

No campo educacional, a ideia de que o aprendiz com algum tipo de deficiência seja incapaz de aprender ainda encontra espaço para protagonismo, embora não tão forte como antes. Esse protagonismo se amplia um pouco mais quando a discussão gira em torno da aprendizagem de determinadas disciplinas escolares, como as do campo das Ciências Exatas, como a matemática e a Física, tendo em vista a natureza das linguagens formais de que se utilizam a Física.

Na Física, na tentativa de fazer com que os alunos compreendam os conteúdos que estão sendo ministrados, os professores encontram apoio na representação do conhecimento por meio de tabelas, gráficos, imagens etc. o que, considerando os alunos com deficiência visual, constitui não só uma barreira, mas também uma prática excludente. Não concordar com ideias que defendem que os alunos com deficiência visual, neste caso específico, não são capazes de aprender conteúdos de Física, por exemplo, não significa também que processo de aprendizagem deva ser romantizado ao ponto de desconsiderar as limitações enfrentadas por estes alunos.

Segundo Camargo e Silva (2013), é compreensível que os estudantes com deficiência visual tenham grandes dificuldades com a sistemática do Ensino de Física

atual visto que o mesmo invariavelmente fundamenta-se em referenciais funcionais visuais (CAMARGO e SILVA, 2003, p.1218).

Em relação a esta situação, mesmo não sendo muitas, algumas pesquisas sobre o ensino de Física aos alunos com deficiência (WEEMS, 1977; NEVES, 2000; CAMARGO, 2003; CAMARGO, 2005; CAMARGO, 2007) apontam que na maioria das situações as aulas de Física são ministradas de forma expositiva, prevalecendo quase que sempre o apoio da estrutura visual (DICKMAN e FERREIRA, 2008). Talvez como consequência também da natureza do discurso matemático do qual a Física se serve, como pelo uso dos mediadores visuais que são em sua essência, texto escrito.

Considerando a heterogeneidade das salas de aula, esse modelo de ensino, pautado sobretudo no apoio visual, nem sempre oportuniza condições de aprendizagem aos alunos com deficiência visual. Em contrapartida a esse modelo, outras pesquisas (BARROS, 2003; CAMARGO, 2003; CAMARGO, 2004; COSTA-PINTO, 2005; MEDEIROS, 2007; CAMARGO, 2007) destacam não só a importância, mas também a necessidade de abordagens pedagógicas alternativas no ensino de Física, no caso, que trabalhe no campo da experimentação buscando adaptar todo e qualquer tipo de experimentação de modo que os alunos com deficiência visual tenham condições de acessar ao conhecimento proposto (DICKMAN e FERREIRA, 2008).

6.3.1 Representação de conhecimentos em Física

As pessoas com deficiência visual (vide Capítulo 4) têm um sistema de escrita próprio, inclusive para utilização da Matemática e de outras áreas, como a Física, haja vista a edição do Código Braille de Matemática Unificado para a Língua Portuguesa.

A elaboração do CBMU é considerada um marco no que diz respeito à utilização e envolvimento dos estudantes cegos com as ciências exatas, haja vista se tratar de um mecanismo estrutural que possibilita a aprendizagem. No entanto, numa perspectiva menos estrutural e mais sistemática, é fundamental compreender que mesmo na utilização do Braille para a Matemática e áreas correlatas, aspectos relacionados ao discurso e à linguagem matemática se fazem presente na discussão. E para compreendê-las, entendemos ser necessário a distinção de alguns termos, como linguagem e sistema de escrita.

Carvalho (apud UFMG, S/D) considera que um sistema de escrita possui uma lógica de funcionamento capaz de lhe ser atribuído certa regularidade com complexos

dispositivos de organização. O significado e o significante são, para o autor, os dois princípios do que o sistema vai registrar. O primeiro permite associar pensamentos e ideias e o segundo a grafia da forma.

Consideramos o Sistema Braille um sistema de escrita porque sua função principal é permitir a escrita e, conseqüentemente, a leitura de textos expressos em uma língua. Não se pensa ou produz conhecimentos em Braille. Pelo contrário, pensa-se e produz-se conhecimentos em uma língua, ou em outra linguagem, como a linguagem matemática, e os traduzem para o Braille. Enquanto o sistema de escrita da língua portuguesa segue o princípio fonográfico (correspondência entre grafia e aspectos sonoros), o Sistema Braille segue o princípio tátil (associação de pontos em relevo a letras e outros símbolos).

Quanto à linguagem, Devlin (2004) argumenta que se difere de outros sistemas de comunicação por possuir uma gramática, ou seja, um conjunto de símbolos e regras constituindo a sua existência e orientando os seus usos. Deste modo, seus usuários não os utilizam sem critérios ou estes variam de acordo com os diversos contextos, mas sempre que se faça uso desta simbologia são reguladas pelo mesmo conjunto de regras. Bagno (apud UFMG, S/D), conceitua linguagem como

A faculdade cognitiva exclusiva da espécie humana que permite a cada indivíduo representar e expressar simbolicamente sua experiência de vida, assim como adquirir, processar, produzir e transmitir conhecimento; Todo e qualquer sistema de signos empregados pelos seres humanos na produção de sentido, isto é, para expressar sua faculdade de representação da experiência e do conhecimento.

Nas acepções do autor, a característica, a nosso ver, que mais está relacionada à existência de uma linguagem é a sua relação com a capacidade não só de representar e expressar conhecimento, mas de produzir sentido, conhecimento e experiências de vida por, com e a partir dela. Não é apenas um sistema para mera representação de algo ou de fatos.

Considerando as definições de Devlin (2004) e Bagno (apud UFMG, S/D), consideramos a linguagem matemática como tal porque possui uma gramática. Além disso, porque é capaz de produzir conhecimentos, traduzir experiências de vida, regular comportamentos, possibilitar a resolução de problemas da humanidade etc.

A linguagem matemática, por ter uma gramática, possui as dimensões sintática, semântica e pragmática.

A dimensão sintática está relacionada aos aspectos das regras da linguagem, de como a simbologia articula os signos entre si em um jogo do tipo “isto pode e isto não pode”. A dimensão semântica diz respeito à produção de significados, do que faz sentido ou não a partir das regras do sistema. A dimensão pragmática se refere aos usos.

Quando Karam (2012) fala da função pragmática na relação entre Física e Matemática, podemos relacioná-la diretamente à dimensão pragmática da linguagem. Pela natureza da relação discutida, podemos dizer que na Física a Matemática efetiva sua dimensão pragmática e que isto é decorrente principalmente como consequência de possuir uma linguagem própria, uma gramática. Todavia, a compreensão dessa relação não se faz sem as respectivas compreensões dos aspectos sintáticos e semânticos da linguagem matemática.

Tecidas essas considerações, faremos uma análise que visa apontar a complexidade da aprendizagem de Física por alunos usuários do Sistema Braille e que perpassa por duas questões principais: os aspectos matemáticos estruturadores do conhecimento em Física e a especificidade do discurso matemático quando acessado pelo Sistema Braille. A análise será feita sobre a equação de Torricelli.

Evangelista Torricelli foi um matemático do Século XVII que desenvolveu algumas ideias a partir dos estudos de Galileu Galilei. Um destes, apontado por O'Connor (apud MACÊDO, 2010, p. 2)²¹, é que “proporcionalidade entre velocidade de efluxo e a raiz quadrada altura do nível do líquido em relação ao orifício, pode ser estendida para a medição da velocidade de um corpo em queda livre”. Disto resultou a origem da equação de Torricelli (MACÊDO, 2010).

Atualmente a equação de Torricelli é apresentada e amplamente utilizada no estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Sua importância é fundamental devido tornar possível relacionar espaço percorrido, velocidade e aceleração de um móvel qualquer sem a dependência da variável tempo.

A forma estrutural da equação de Torricelli é dada por:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Em que:

v^2 = velocidade ao quadrado

v^2_0 = velocidade inicial

a = aceleração

Δs = variação do espaço

A forma com que a equação se apresenta é uma estrutura em linguagem matemática e como tal possibilita a estrutura do conhecimento em Física, especificamente sobre MRUV. Mais do que compreender cada signo que compõe a estrutura da equação e as regras que os relacionam, é necessário acessar à teoria (dimensão semântica) que esta rígida combinação sintática dos elementos da equação são capazes de produzir. Sem isto, não haverá uma pragmática.

Como uma estrutura do discurso matemático, uma equação é uma relação entre expressões algébricas indicada por uma igualdade, em que há valores desconhecidos expressos por letras, chamadas de incógnitas. Como um discurso estruturado em camadas, conforme Sfard (2008) (vide Figura 2), algumas regras necessárias para compreender o funcionamento de uma equação são as relacionadas às expressões numéricas (uma dessas camadas), à notação matemática etc. O domínio maior ou não destas regras vai determinar o quanto profunda e sólida poderá ser a compreensão da teoria representada.

Sfard (2008) aponta duas possibilidades sobre como uma pessoa, como um estudante, a exemplo, pode lidar com um desses objetos do discurso matemático: a sintática e a semântica. A primeira, é processual, o que significa dizer que a produção de uma narrativa a ser endossada (se o contexto for a sala de aula, então o endossador provavelmente será o professor) é feita apenas pelo conhecimento técnico e/ou algoritmizado das regras. A segunda, é estrutural, em que a narrativa consegue chegar à natureza da relação entre os elementos. Ripardo (2014), a esse respeito, compreende que há diferenças básicas no modo como os mediadores visuais e uso de palavras são processados nos tratamentos sintático e semântico.

Uma compreensão da equação de Torricelli pode ser apenas sintática. Ocorreria a partir da leitura da sentença da esquerda para a direita, dígito à dígito, e haveria, neste caso, conhecimento tanto dos mediadores visuais (+, =, 2, 0, Δ) quanto das regras matemáticas que os relacionam, como a de que a justaposição entre eles significa uma relação de multiplicação e o algarismo em tamanho menor, acima e após outro algarismo ou letra significa uma potência. Disto resultaria uma leitura como ' v / ao quadrado é igual à v / zero ao quadrado mais duas vezes a / vezes delta s '.

Outra compreensão para a mesma equação poderia ser a semântica. No processo de leitura, haveria um escaneamento visual da sentença matemática como um todo, permitindo identificar, por exemplo, núcleos de sentido: a equivalência de algo, a velocidade final (núcleo de sentido 1), é oriunda de uma relação aditiva entre duas outras, a velocidade inicial (núcleo de sentido 2) com a aceleração e a variação do espaço (núcleo de sentido 3). Em um segundo momento, adentrando mais na compreensão da estrutura, passaria à compreensão de como aceleração se relaciona com a variação, que é por meio de uma multiplicação. Assim, chegaria à compreensão de que ‘o quadrado da velocidade final é igual à soma do quadrado da velocidade inicial com o dobro do produto da aceleração pela variação do espaço’.

Figura 10 - Dimensão conceitual da equação de Torricelli

$$\begin{array}{ccccc}
 \underbrace{v^2}_{\text{núcleo de sentido 1}} & = & \underbrace{v_0^2}_{\text{núcleo de sentido 2}} & + & \underbrace{2a\Delta S}_{\text{núcleo de sentido 3}} \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 \text{quadrado da velocidade final} & & \text{quadrado da velocidade inicial} & & \text{dobro do produto da aceleração pela variação do espaço}
 \end{array}$$

Fonte: autor

A diferença entre as duas formas de compreensão, uma mais limitada à dimensão sintática e a outra alcançando a dimensão semântica, traz implicações para a dimensão pragmática. Uma delas se apresenta principalmente em contextos de resolução de situação problema envolvendo MRUV.

Um aluno com o domínio apenas da dimensão sintática necessitaria memorizar a forma escrita da equação de Torricelli, ainda que conseguisse identificar todas informações e dados necessários à resolução. Além disso, poderia incorrer em leitura errônea de mediadores visuais e dificuldades na manipulação das regras de resolução da equação, o que não é raro em estudantes da educação básica. Uma confusão recorrente, por exemplo, é interpretar potência como um produto entre a base e o expoente ($x^2 = 2x$) e não como uma multiplicação de fatores iguais indicado pelo expoente ($x^2 = x \cdot x$) (SOUZA *et al*, 2016)²². Um aluno, porém, que alcançasse a

dimensão semântica da equação teria, a nosso ver, mais possibilidades de resolver caso não lembrasse da 'fórmula', bem como contornar o problema de erros de execução do algoritmo de resolução de uma equação. Isto decorreria da possibilidade de fazer-se os cálculos separadamente a partir da identificação dos núcleos de significado da equação (vide Figura 7). Em uma situação em que demandasse encontrar a velocidade final sendo conhecidas a velocidade inicial, a aceleração e a variação do espaço, mesmo não lembrando da forma escrita da equação, uma sequência de ações necessárias à resolução poderia ser:

- Primeiro passo: calcular o produto entre a aceleração e a variação do espaço;
- Segundo passo: calcular o dobro do valor encontrado no passo anterior;
- Terceiro passo: calcular o quadrado da velocidade inicial;
- Quarto passo: somar os valores encontrados no segundo e terceiro passos.

Em resumo, o objeto equação, do discurso matemático, possibilita a estruturação do conhecimento MRUV, da Física. Isto é possível em função da gramática da linguagem matemática que articula mediadores visuais e uso de palavras em um sistema complexo de regras. Todavia, o acesso à estrutura do conhecimento físico não prescinde da compreensão semântica. Do contrário, praticasse apenas memorização e repetição de fórmula.

Um objeto do discurso matemático, como uma equação, quando transcrito para o Sistema Braille, viabilizado pelo CBMU, incorpora novas especificidades no processo de compreensão desse objeto. Em nossa compreensão, apresenta-se em um nível de complexidade mais elevado, haja vista se trata de um sistema adaptado que é codificado e depois decodificado. Ocorre basicamente uma passagem por 3 (três) tipos de sistemas: um linguístico (a língua natural), uma linguagem artificial (a linguagem matemática) e um código (Sistema Braille).

A equação de Torricelli pelo Sistema Braille seria codificada conforme a Figura 11.

Figura 11 - Representação da Equação de Torricelli representada em Braille



Fonte: Programa Braille Fácil

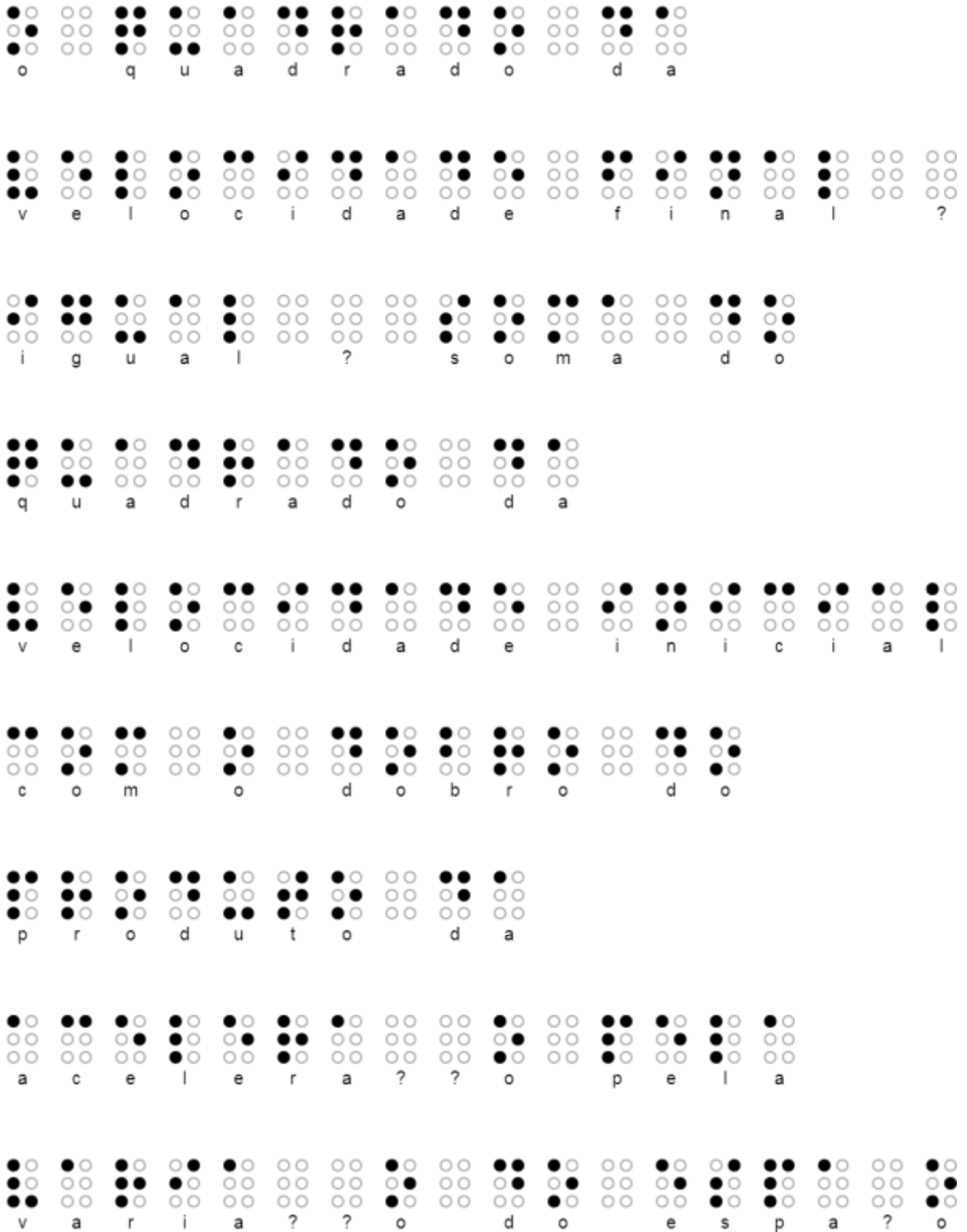
Um dos primeiros aspectos evidenciados no Sistema Braille é a escrita linear. Diferentemente da escrita na língua portuguesa, em que fatores posicionais determinam o significado daquilo que está representado, no Sistema Braille, de forma mais complexa, mecanismos estruturais indicativos dos significados são utilizados.

Diferentemente do que ocorre na língua portuguesa, no Sistema Braille, a leitura dígito a dígito, é, em uma metáfora, como o Jogo Palavra Secreta, em que à medida que se vai descobrindo o que é cada elemento se pode ir acessando ao conceito. É, em tese, apenas ao final que se tem a palavra por inteiro. Por ser um sistema tátil, é somente ao tocar a última célula que se tem uma identificação de todos os mediadores da sentença matemática e, então, ter o texto correspondente na língua.

Ao tocar as primeiras células da equação de Torricelli codificada no Sistema Braille, referentes ao símbolo equivalente ao quadrado da velocidade inicial (v^2), embora sabendo que se trata de uma equação, não sabe se há mais elementos na sentença e nem, caso existam, qual é a relação deles com o que no momento se está lendo. Ou seja, não consegue saber se a relação entre o quadrado da velocidade inicial (núcleo de sentido 1) com outra coisa (outros núcleos de sentido) se dá por meio de uma subtração, divisão etc.

Tendo decodificado todos os signos da equação, o usuário do Sistema Braille poderia, então, produzir uma compreensão semântica, podendo ser enunciado em sua língua natural, na modalidade oral, ou no Sistema Braille (Figura 12).

Figura 12 - Representação simbólica do enunciado da velocidade média em Braille.



Fonte: autor

A escrita em linguagem matemática permite uma noção do todo antes mesmo da leitura dígito a dígito. Mesmo sem compreender o conceito físico em si, na escrita da equação de Torricelli em linguagem matemática é possível saber que existe uma

equivalência entre os elementos antes e depois da igualdade a partir de um escaneamento visual da sentença. Isto é crucial para uma compreensão semântica da sentença. Chegamos, portanto, a uma **primeira conclusão: a de que o Sistema Braille favorece uma compreensão mais sintática que semântica da escrita em linguagem matemática, configurando-se em uma complexidade maior para acessar aos objetos físicos estruturados a partir de objetos do discurso matemático.**

Diferentemente da escrita em língua portuguesa, aspectos relacionados a fatores que indicam posição, na tradução da linguagem matemática para o Sistema Braille, não seguem a mesma regra gramatical. Na equação de Torricelli onde: $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$ o algarismo “2”, localizado na parte superior da equação indica que se trata de uma potência. Em contrapartida, considerando a linearidade da escrita em Braille, outra regra, específica desse tipo de escrita, será utilizada para indicar o objeto. Nessa regra específica, há a necessidade da aplicação de um comando anterior à letra “2” para indicar a relação de potência.

Essa linearidade compromete a apropriação do conhecimento por parte do aluno com deficiência visual. Isto decorre da fragmentação que há nesse processo, principalmente pela complexidade do transitar entre os sistemas linguístico, artificial e codificado, ampliando as chances de cometer equívocos quanto à compreensão do que está representado no Código Braille, haja vista ter que, isoladamente, conhecer letra por letra até que, ao final da leitura, consiga estabelecer relações entre todos os códigos, assim podendo organizar e acessar ao conhecimento proposto.

Partindo destas considerações, parece-nos crível a hipótese de que os alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille podem encontrar mais barreiras em relação aos alunos videntes no que se refere ao aprendizado de conteúdos de Física. Isto decorre principalmente do fato de a Matemática atuar na estruturação do conhecimento físico, o que inclui a tradução de determinado fenômeno em linguagem formal, no caso, a linguagem matemática. Esta linguagem, escrita e essencialmente visual e sintética, perde esta última característica quando codificada para um sistema tátil. Acrescentamos que tais dificuldades podem implicar em desempenho qualitativamente inferior na resolução de questões que demandem diretamente o uso de estruturas matemáticas como também tenham mediadores visuais (imagens, esquemas, fotos etc.), como no caso de questões do Enem.

6.3.2 Desempenho de alunos usuários do Sistema Braille em questões do Enem

A Matriz de Referência do Enem é constituída por 5 (cinco) eixos cognitivos, que são comuns a todas as áreas do conhecimento cobradas no exame: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Na Matriz, os eixos são apresentados e descritos da seguinte maneira:

I. **Dominar linguagens (DL):** dominar a norma culta da Língua Portuguesa e **fazer uso das linguagens matemática**, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.

II. **Compreender fenômenos (CF):** construir e **aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais**, de processos históricogeográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III. **Enfrentar situações-problema (SP):** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. **Elaborar propostas (EP):** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. (BRASIL, 2008, p. 01, **grifo nosso**).

Ao encontro da discussão trazida nessa dissertação acerca da Matemática compreendida como um discurso, constituído sobretudo por mediadores visuais e uso de palavras, na matriz, o domínio de linguagens é estabelecido como eixo cognitivo I. Além disso, é dado ênfase aos tipos de linguagens nas quais deve ocorrer esse domínio, sendo elas a norma culta da língua portuguesa, linguagem artística, científica, das línguas espanholas e inglesas, bem como linguagem matemática, neste caso específico, a que mais nos interessa na discussão. Este eixo reforça a discussão que vimos estabelecendo acerca da importância das linguagens no contexto do conhecimento em Física, principalmente quando estruturado a partir de estruturas matemáticas.

Tendo em vista o campo polissêmico da linguagem, de modo geral, é fundamental que nas interações seja estabelecido o local de onde se fala. Essa necessidade se dá pelo fato de uma mesma palavra, imagem ou símbolo comunicar de forma diferente a depender do contexto no qual está sendo utilizada.

Faremos a análise de algumas questões da prova de Física do ano 2017, buscando detalhar os meandros da resolução para os alunos usuários do Sistema Braille, bem como seu desempenho em tais questões.

Figura 13 - Questão n. 125, Caderno n. 11, Prova laranja, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017

Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a 1 metro por segundo ao quadrado. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a 5 metros por segundo ao quadrado. O motorista atento aciona o freio à velocidade de 14 metros por segundo, enquanto o desatento, em situação análoga, leva 1 segundo a mais para iniciar a frenagem.

Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- A 2,90 metros
- B 14,0 metros
- C 14,5 metros
- D 15,0 metros
- E 17,4 metros

Fonte: INEP (2017)

Figura 14 - Questão 91, Caderno n. 8, Prova rosa, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017

Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a $1,00 \text{ m/s}^2$. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a $5,00 \text{ m/s}^2$. O motorista atento aciona o freio à velocidade de $14,0 \text{ m/s}$, enquanto o desatento, em situação análoga, leva 1,00 segundo a mais para iniciar a frenagem.

Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- A 2,90 m
- B 14,0 m
- C 14,5 m
- D 15,0 m
- E 17,4 m

Fonte: INEP (2017)

Na Figura 13, o texto corresponde à Questão n. 125 do Caderno n. 11, prova laranja, para os candidatos com deficiência visual (cegos ou com baixa-visão) que solicitaram apoio do leitor, e o da Figura 14 é o seu equivalente para alunos videntes, do Caderno n. 8, prova rosa. As provas impressas em tinta para os cegos são um suporte utilizado pelos leitores, principalmente para auxílio no que diz respeito à descrição de figuras, tabelas, gráficos etc.

Os trechos em destaque na questão dos usuários do Sistema Braille (Figura 13) são a correspondente tradução para a língua portuguesa de palavras e mediadores visuais do discurso matemático. Consideramos que se tratam de razões especiais, no caso, velocidade média, escritas em linguagem matemática como 1 m/s^2 , 5 m/s e 14 m/s^2 , traduzidas para um texto em a ser oralizado, respectivamente, como 1 metro por segundo ao quadrado, 5 metros por segundo ao quadrado e 14 metros por segundo ao quadrado. Além desses, é feita a leitura do algarismo 1.

Em linguagem matemática, o mediador “/”, a depender do contexto no qual está inserido, pode assumir significados diversos. Na situação específica da Questão 91, escrita para alunos videntes, tal mediador é utilizado para denotar uma razão matemática. No entanto, há situações em que esse mesmo símbolo é utilizado como sobrefixo expressando ideia de negação. Em álgebra e geometria, “acrescido a uma palavra que indica relação (entre valores, entre conjuntos, entre elementos e conjunto) indica a não existência de tal relação” (CUNHA e SILVA, 2019, p. 134). Cunha e Silva (2019), ainda no campo polissêmico em que as palavras podem atuar, afirmam que para aprendermos e nos comunicarmos bem em linguagem matemática é imprescindível que aprendamos a sua “gramática” própria.

Neste aspecto, faz-se necessário conhecer suas letras, no caso, seu alfabeto, objetivando formar palavras, bem como também frases e posteriormente buscar conhecer suas regras gramaticais (CUNHA e SILVA, 2019).

Acrescentam ainda:

“ao escrevemos uma expressão matemática, por mais simples que ela seja, o que estamos fazendo na verdade é uma tradução de uma ideia, inicialmente expressa em nossa língua natural, para linguagem matemática. Assim como ao lermos uma expressão matemática devemos traduzi-la para uma linguagem natural. De fato, ao tratar matematicamente uma situação-problema é necessário primeiramente traduzi-la da linguagem natural para a linguagem matemática, a fim de encontrar uma solução através de conceitos, operações e propriedades matemáticas. (CUNHA e SILVA, 2019, p. XX).

Comparando regras da gramática da língua portuguesa e da gramática da linguagem matemática, observamos que em algumas situações as regras são análogas e estas podem ser facilmente compreendidas partindo da mesma lógica de análise. Essa situação pode ser evidenciada na regra onde diferentes palavras, com sentidos diferentes, são formadas pelo mesmo conjunto de letras. Por exemplo: AMOR, ROMA, MORA; são palavras diferentes, mas formadas pelo mesmo conjunto de letras. Focalizando no mediador “s²” contido na Questão 91, podemos, analogamente, dar aplicabilidade à mesma regra utilizada na língua portuguesa (CUNHA e SILVA, 2019, p. 02).

Neste caso, temos as letras “2” e “s” que podem formar diversas palavras, com sentidos diferentes. Por exemplo: 2s e s²; são formadas pelas mesmas letras mas diferem os sentidos. No primeiro caso, temos a indicação do dobro de um número real; já no segundo, o quadrado de um número real.

É válido dizer que não há como ensinar e, conseqüentemente, aprender disciplinas como a Física e Matemática sem levar em consideração aspectos gramaticais próprios da linguagem da qual ambas fazem parte e discursam ao mesmo tempo. Assim, faz-se necessário buscar apropriar-se de tal linguagem de modo que, ao resolver questões como as do ENEM, por exemplo, tenha-se uma visão ampla da questão, compreendendo seus enunciados, os conceitos nelas envolvidos, as possíveis formas de resolução, que se estabeleçam relações com outras áreas do conhecimento etc.

A apropriação da linguagem matemática e a participação no discurso matemático pode potencializar a aprendizagem dos alunos e levá-los ao desenvolvimento de habilidades no que diz respeito a resolver questões. No entanto, é preciso para além do domínio sintático, também o semântico.

A situação problema é, na Matriz do Enem, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, uma questão da Competência de área 6 – apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas. Para a resolução destas questões, primeiramente, é imprescindível que qualquer aluno que fora respondê-las tenha condições de fazer a leitura da questão. A questão aborda conceitos presentes numa de uma grande área da Física, denominada de “Mecânica”. Essa grande área se dedica ao estudo do movimento e repouso dos corpos, podendo estarem ou não sob

a ação de determinada força. Além disso, na Física, a mecânica está dividida em 3 (três) partes ou subáreas: cinemática, dinâmica e estática.

A cinemática se diferencia da dinâmica em virtude de a primeira estudar e descrever os movimentos sem preocupar-se com a causa de seus deslocamentos, ou seja, na cinemática o estudo é realizado a partir do instante em que se deu o deslocamento do corpo ou objeto. Neste campo da Física, é necessário o domínio de alguns conceitos presentes na cinemática tais como referencial, movimento, repouso, trajetória, deslocamento, ponto material e corpo extenso. Quanto à questão, aborda a Habilidade 20, demanda caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

Na Física, com a contribuição da Matemática, fórmulas e equações representam o conhecimento do mundo natural, incluindo seus fenômenos, e são traduzidas para a língua materna dos indivíduos que acessam esse conhecimento, pelo que Poincaré aponta: “eis a primeira razão pela qual o físico não pode prescindir da Matemática; ela lhe fornece a única língua que ele pode falar” (POINCARÉ, 1995, p. 91). Não obstante termos, é de suma importância a compreensão acerca da utilização das fórmulas presentes na Física. Tais fórmulas não devem ser trabalhadas isoladamente, configurando neste aspecto apenas uma ferramenta ou em sua dimensão sintática. Na verdade, essas fórmulas expressam os conceitos que a constituem, o conhecimento científico sobre a natureza e seus fenômenos estão presentes nelas: “O jogo da Física é esse. É jogar os símbolos na natureza, tirar os símbolos e extrair a natureza de volta”. (KARAM, 2012, p. 171).

Na cinemática, algumas equações são utilizadas para representarem conhecimentos acerca de fenômenos da natureza. Algumas dessas fórmulas são utilizadas para se calcular velocidade escalar média, aceleração escalar média, movimento uniforme e movimento uniformemente variado.

A resolução da Questão 125, escrita para alunos com deficiência visual, mobiliza conceitos como o de aceleração e velocidade e a partir desses, outros conceitos, bem como o domínio e conhecimentos de outras áreas também são mobilizados pela habilidade requerida para que o aluno consiga resolver a questão, como conhecimentos matemáticos. Em síntese, a resolução da questão demanda calcular a distância percorrida por cada um dos motoristas até a parada total dos carros para em seguida encontrar a diferença entre elas.

Para a resolução da questão, um dos primeiros passos deveria ser a retirada dos dados fornecidos na própria questão:

Aceleração inicial: 1,00 m/s²

Aceleração final: 5,00 m/s²

Velocidade final motorista 1: 14 m/s

Velocidade final motorista 2: 15 m/s (essa informação, embora não constasse de forma explícita no enunciado da questão, poderia ser calculada pela soma entre a velocidade final do motorista 1, no caso, 14 m/s, mais 1 m/s, tendo em vista que o motorista considerado desatento leva o tempo de 1 s a mais para dar início ao processo de frenagem).

Distância percorrida pelo motorista 1?

Distância percorrida pelo motorista 2?

Após retiradas as informações, um outro passo é aplicá-las nas equações da cinemática.

$v = v_0 + a \cdot t$ (por meio da equação horária da velocidade é possível calcular a velocidade em função do tempo).

Em relação ao motorista 1, temos:

$$14 = 0 + 1 \cdot t \quad \longrightarrow \quad t = 14 \text{ s}$$

A partir dessa informação e tendo em vista que o motorista desatento começou o processo de frenagem 1 s após o motorista atento, é possível dizer que o motorista desatento começou a frenagem em 15 s com uma velocidade de 15m/s.

O percurso durante a frenagem até a parada do motorista atento é dado:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$ (A **equação de Torricelli** é utilizada para relacionar a velocidade e o espaço percorrido no movimento uniformemente variado). Então:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \quad \longrightarrow \quad 0 = (14)^2 + 2(-5,00) \cdot \Delta s \quad \longrightarrow \quad \Delta s_{\text{motorista atento}} = 19,6$$

Já o percurso durante a frenagem pelo motorista desatento é:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \quad \longrightarrow \quad 0 = (15)^2 + 2(-5,00) \cdot \Delta s \quad \longrightarrow \quad \Delta s_{\text{motorista desatento}} = 22,5$$

Levando em consideração que o motorista desatento permanece 1 s a mais em aceleração, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \quad \longrightarrow \quad 0 = (15)^2 + 2(1,00) \cdot \Delta s \quad \longrightarrow \quad \Delta s_{\text{motorista desatento}} = 14,5$$

Logo, a distância a mais percorrida pelo motorista desatento em relação ao atento é:

$$\Delta s = \Delta s_{\text{desatento}} - \Delta s_{\text{atento}} \quad \longrightarrow \quad \Delta s = (22,5 + 14,5) - 19,6 \quad \longrightarrow \quad \Delta s = 17,4 \text{ m}$$

Desta forma, a alternativa que responde satisfatoriamente ao enunciado da questão é a “E”.

A Tabela 3 descreve o percentual de alunos que marcaram cada uma das alternativas.

Tabela 3 - Alternativas de questão do Enem e percentual de marcações correspondes ao quantitativo de alunos com deficiência visual que realizaram a prova.

Alternativas	Marcações
A	25,2
B	19,7
C	18,6
D	23,1
E	12,9

Fonte: Dados da pesquisa

Como evidenciado na tabela, apenas 12,9% dos candidatos marcaram a alternativa correta. Esse percentual é bem inferior a 24,2%, a média geral para as 15 (quinze) questões de Física do Ano 2017, e 22,4%, a mediana. Uma das hipóteses é que a resolução da questão perpassa pelo uso de uma equação, ou seja, de um objeto do discurso matemático e, neste caso, é bem mais que uma ferramenta, é estruturadora do conhecimento em Física. Em caso de o domínio ser apenas sintático, utilizá-la para resolver uma situação problema, a dimensão pragmática, pode ser bem mais complicada na ausência do domínio semântico.

Desta forma, pensando a Matemática como estruturante do conhecimento Física - como aquela que traduz e estrutura esse conhecimento, ao fazer a leitura da questão o aluno já deverá construir, ainda que mentalmente, a situação descrita, as implicações de sua ocorrência, bem como, por tratar-se de uma questão que exige uma resposta fechada, buscar encontrar os mecanismos/ferramentas por meio das quais será possível chegar à resposta correta para o enunciado.

Neste caso, observamos que é necessário ter clareza quanto as funções da Matemática na Física que, de acordo com Karam (2012), a função da Matemática na Física tem diversas características: “ela serve como uma ferramenta (perspectiva pragmática), como uma linguagem (função comunicativa), além de propiciar uma estrutura lógico-dedutiva (função estrutural)” (KARAM, 2012, p. 1).

Então, considerando a definição trazida por Karam (2012) quanto às funções da Matemática na Física, ao considerarmos aspectos relacionados à linguagem

matemática, mais especificamente em questões cujos caminhos até a resolução perpassam pela aplicação de fórmulas, não significa dizer também que aspectos inerentes à função da matemática enquanto ferramenta, no caso, função pragmática, deva ser desconsiderada. Ao contrário, o equilíbrio deve ser mantido a fim de que os alunos tenham condições tanto de interpretar o conhecimento presente em cada fórmula, mas que também alcancem a dimensão pragmática, como resolver questões do Enem.

A questão em análise (Figuras 13 e 14), além de exigir dos alunos compreensão acerca da ocorrência de determinado fenômeno físico, embora não expresso na questão, também exigia que os alunos fizessem aplicação daquilo que anteriormente foi apresentado como o jogo da Física. No caso, teriam que fazer a interpretação e “jogar” os símbolos na natureza, aqui representando os fenômenos naturais e resolver a questão sem deixar que o conhecimento, teorias, conceitos, envolvidos se perdessem quando da representação em determinada fórmula.

Assim, em se tratando do campo sintático da linguagem matemática, os alunos, a partir das informações disponibilizadas na questão, deveriam interpretá-las ao passo em que chegassem à conclusão de qual ou quais fórmulas teriam que usar, bem como ter conhecimentos acerca das regras específicas nelas contidas para então conseguirem avançar na resolução da questão.

Embora seja assegurado o direito ao aluno com deficiência para fazer a prova do Enem impressa em Braille, nem todos os alunos optam por essa garantia por não serem usuários deste Código. Em situações como essa, ainda assim o aluno pode realizar o Enem, tendo em vista que, desde que seja solicitado, profissionais denominados de “ledores”²³ estarão disponíveis para auxiliar na realização da prova por estes alunos com deficiência visual (cegos ou baixa-visão).

Do ponto de visto conceitual e técnico, a questão apresentada nas Figuras 13 e 14 pode ser considerada de fácil nível, haja vista trazer boa parte das informações necessárias para a resolução da questão no texto que a enuncia. No entanto, os alunos deveriam interpretá-la a fim conhecerem os elementos mencionados e

²³ O ledor é aquele que empresta aos cegos e deficientes visuais através de sua voz a possibilidade da leitura de diferentes textos, especialmente em avaliações, concursos, vestibulares e em especial no Enem. Disponível em: <https://www.eusemfronteiras.com.br/ledor-ou-leitor-voce-sabe-a-diferenca/#:~:text=O%20ledor%20%C3%A9%20aquele%20que%20empresta%20aos%20cegos,avali%C3%A7%C3%B5es%2C%20concursos%2C%20vestibulares%20e%20em%20especial%20no%20Enem>. Acesso em 30.09.2020.

estabelecerem relações conceituais para então definirem um caminho para chegar-se ao resultado desejado.

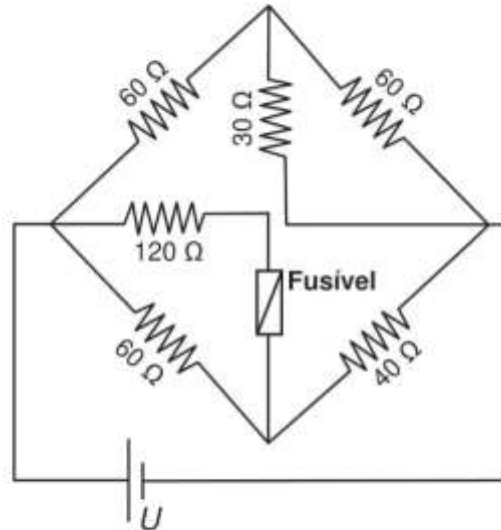
Aos alunos com deficiência visual são assegurados o direito de acessarem a prova impressa no Código Braille, bem como também têm assegurado a presença de leitores para auxiliarem no processo de leitura da prova, inclusive no que diz respeito às descrições das imagens, figuras, gráficos, tabelas etc. Neste aspecto, um ponto que chama atenção é o fato de uma possível barreira fazer-se presente no ato de descrição destas imagens, figuras, gráficos, tabelas etc.

Embora a descrição desses mediadores visuais, assim definidos por Sford (2008), e outras informações estejam constantes na prova do leitor, ainda assim é difícil compreender o processo de acesso a essas informações bem como a organização e aquisição do conhecimento, inclusive no que diz respeito à organização em termos lógicos.

Como mencionado, no Enem há um caderno denominado de “caderno do leitor”. Este caderno constitui um suporte para aquelas pessoas que forem atuar como leitores no dia da realização do exame. Um dos objetivos desse caderno é possibilitar que em alguns aspectos a leitura da prova seja feita pelo leitor de forma clara e objetiva, de modo a evitar que as descrições fiquem a critério de cada leitor, o que, possivelmente, traria prejuízos aos alunos com deficiência visual, tendo em vista a possibilidade de ocorrência de erros conceituais ou então, impossibilidade de descrição que atenda ao exigido pela questão, haja vista serem cobrados na prova conteúdos de diversas áreas do conhecimento.

Figura 15 - Questões n. 105, Caderno n. 6, Prova cinza, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017.

Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.



Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

- A** 20 V
- B** 40 V
- C** 60 V
- D** 120 V
- E** 185 V

Fonte: INEP (2017)

Figura 16 - Questão 111, Caderno n. 11, Prova laranja, 2º dia, 1ª aplicação, ENEM 2017.

Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 miliampêres.

Descrição da figura:

- Um circuito elétrico em forma de losango com vértices ABCD, alimentado por uma fonte de tensão U .
- O polo positivo da tensão U parte para o ponto A, e o polo negativo da tensão U para o ponto C.
- Entre A e B, há um resistor de 60 ohms.
- Entre B e C, há outro resistor de 60 ohms ligado em paralelo com um resistor de 30 ohms.
- Entre C e D, há um resistor de 40 ohms.
- Entre D e A, há outro resistor de 60 ohms ligado em paralelo com um resistor de 120 ohms que está em série com um fusível.

Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

- A 20 volts
- B 40 volts
- C 60 volts
- D 120 volts
- E 185 volts

Fonte: INEP (2017)

Na Física, a área do conhecimento ao qual a questão, figuras 15 e 16, respectivamente, para alunos videntes e alunos com deficiência visual, é a eletricidade. Esta área do conhecimento se dedica ao estudo de fenômenos que têm relação com cargas elétrica, como fenômenos naturais provocados pelos relâmpagos, a eletricidade estática e também correntes elétricas em fios que também são elétricos.

Assim como em outras áreas de estudo da Física, a eletricidade, apresentada como uma grande área, divide-se em vários campos de estudo. Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo são exemplos de como essa grande área do conhecimento está subdividida.

No caso específico da questão apresentada nas Figuras 15 e 16, na subdivisão

da grande área, o campo no qual está inserida e encontra suporte teórico é a eletrodinâmica, sendo a responsável por estudar aspectos dinâmicos da eletricidade, ou seja, o movimento constante das cargas elétricas.²⁴

Pensando de forma mais pragmática, e tendo como teoria base a teoria que destaca aspectos da matemática enquanto discurso, nesse caso específico, aplicados à Física, qualquer pessoa que fora responder à questão precisaria, para além do conhecimento prévio acerca do conteúdo e/ou aplicação de determinadas fórmulas, fazer conexões com outras áreas do conhecimento, inclusive internamente à Física, de modo que conceitos que estruturam o conhecimento envolvendo a eletricidade pudessem ser interpretados e aplicados.

Nessa situação, os conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, potências elétricas, resistores, associados em série ou em paralelo, por exemplo, precisariam fazer parte do discurso dos alunos para que estes viessem ter clareza e domínio quando da interpretação da questão. Nesse contexto, apenas conhecer determinada fórmula não significa saber utilizá-la e saber utilizá-la não significa compreender os fenômenos naturais por elas representados - no caso, traduzidos para a linguagem da Física.

Um dos pontos que mais diferem as duas escritas para a mesma questão está relacionado à ideia de como uma mesma informação pode ser apresentada de maneira diversa uma da outra. Em uma, a questão é apresentada por meio de uma linguagem mista, mesclando texto verbal e outros mediadores simbólicos e icônicos específicos da linguagem matemática e da Física. Na outra, é apresentada exclusivamente por meio de texto verbal, recurso empregado inclusive para descrever outros mediadores icônicos.

No processo de aprendizagem em que o aluno necessita de mediações, inclusive externas, como o auxílio de uma outra pessoa para realizar a leitura das questões, algumas barreiras podem surgir de modo que a aprendizagem seja comprometida e/ou dificultada.

Se imaginarmos as duas formas como a mesma questão está representada e também se buscarmos uma terceira opção como a questão impressa em Braille, veremos que em algumas situações, por fatores específicos, a compreensão da questão por parte do aluno poderá apresentar variações.

²⁴ Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/eletrodinamica/>. Acesso em 09 de outubro de 2020.

Considerando a escrita linear, característica do código Braille veremos que a representação da questão ficará extensa, muito além do contido na prova específica para o aluno sem deficiência, o que poderá levar o aluno com deficiência visual a uma possível barreira relacionada à compreensão e, conseqüentemente, à tradução do fenômeno físico apresentado e dos conceitos nele envolvidos.

A forma extensa como geralmente as questões são escritas no código Braille pode ocasionar uma quebra no raciocínio dos alunos com deficiência visual. Poderá dificultar o processo de aquisição do conhecimento acerca do fenômeno apresentado tendo em vista que, diferentemente dos alunos videntes, que, por sua condição, conseguem, na maioria das vezes, ter uma visão panorâmica das questões a eles apresentadas. Neste processo, a fragmentação da informação ou a forma quase que enigmática como ela vai sendo trazida pode constituir-se em uma barreira nos processos tanto de ensino quanto de aprendizagem.

Em se tratando de discurso matemático, na questão apresentada, tanto na prova do aluno sem deficiência quanto na específica para os alunos com deficiência, outro aspecto inerente a esse discurso é evidenciado: o uso de palavras. Nesse campo, há de ter-se um cuidado em relação aos sentidos que uma mesma palavra pode ter, pois é um campo polissêmico. As palavras circuitos, corrente, por exemplo, podem significar de maneiras diferentes a depender do contexto no qual serão utilizadas. Também, as palavras polo, paralelo e série, embora apareçam explicitamente apenas na prova do leitor, são palavras que em situações diversas significam diferentemente.

No campo do discurso matemático, o uso de palavras, segundo Sfard (2008) é uma das características que apontam para a constituição desse discurso específico. Assim, tendo em vista o campo polissêmico em que as palavras atuam, trabalhar numa perspectiva que leve essa característica do discurso matemático em consideração é desejável. Nessa perspectiva, trabalhar o contexto no qual as palavras estão inseridas é relevante. A Matemática e Física utilizam muitas palavras da língua portuguesa, mas, em contexto específico, faz toda a diferença do ponto de vista semântico.

Na questão trazida na Figura 16, na prova do leitor, quando da descrição da imagem, consta a informação de que alguns resistores estão ligados em “paralelo”. Essa mesma informação aparece na prova específica para o aluno vidente, mas não de forma explícita. Na primeira, essa informação é trazida na própria imagem, no

entanto, para extrair tal informação o aluno terá que fazer a leitura da imagem. Neste caso, quando falamos em leitura, estamos falando de aspectos amplos, que envolvem contextualização e participação em determinado discurso, no caso, o da Matemática e da Física, a fim de compreender-se as minúcias das informações que constituem a questão.

Ao descrever por meio de um texto verbal um mediador icônico, no caso, a representação de um circuito elétrico, há a informação de que o polo positivo da tensão U parte para o ponto A enquanto que o polo negativo parte para o lado B, mencionando também alguns valores existentes entre os pontos. Em contrapartida, a mesma informação é trazida também na prova do aluno vidente, no entanto, de forma implícita.

Na verdade, dizer que a informação foi apresentada de forma implícita significa dizer que esta consta nas entrelinhas da questão, do enunciado, da figura. Assim, para visualização da informação contida nas entrelinhas se faz necessário que o aluno consiga participar no discurso específico trazido na questão e, de igual modo, que consiga utilizar regras gramaticais inerentes àquele discurso.

Na prova do leitor, a indicação dos pontos que representam os polos positivos e negativos da tensão foram trazidos por extenso. Já na prova do aluno vidente, a mesma informação foi trazida por meio de elementos específicos na imagem. O símbolo “I” (barra) em tamanhos diferentes, na gramática da Física e nesse contexto específico, no caso, na representação de circuitos elétricos, são utilizados para denotação dos lados positivos e negativos da tensão.

A barra em tamanho maior é utilizada para representar o lado positivo do polo. Já a barra em tamanho menor é utilizada para representar o lado negativo do polo. Interpretar e extrair as informações em cada uma dessas situações é necessário não somente para tradução do fenômeno físico apresentado, mas também, considerando o caso específico de uma prova com questões de múltipla escolha como o Enem, para atender ao exigido na questão de modo a respondê-la satisfatoriamente.

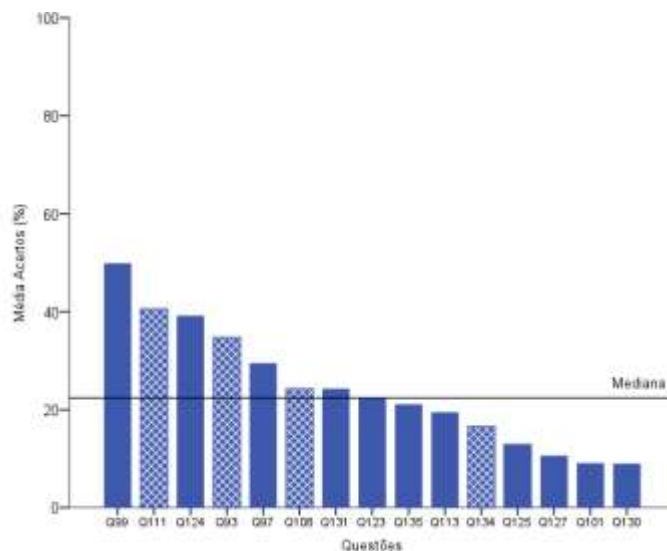
Em relação à resolução de questões como as do Enem, em que há a necessidade da aplicação de determinadas equações para chegar-se ao resultado esperado, o aluno com deficiência visual vive esse processo com algumas singularidades. Se o aluno for usuário do código Braille, ele terá acesso à prova em Braille e também desenvolverá a resposta em Braille, finalizando a resolução com a marcação do gabarito na prova correspondente também em Braille. Outra situação

decorre se este aluno não for usuário do código Braille.

Caso isso aconteça, ainda assim o aluno com deficiência visual poderá realizar o exame, mas, neste caso, contará com um apoio maior por parte do leitor e transcritor. Em situações como essa, o aluno poderá expor a resolução da questão de forma oral e contará com o auxílio de um profissional para fazer a transcrição. Neste processo está incluída a marcação dos gabaritos indicados pelo aluno

Levantamos a hipótese (vide seção 6.3.1) de que questões com apoio de mediadores visuais, em especial os mais icônicos, implicar em desempenho qualitativamente inferior na resolução de problemas. A esse respeito, analisamos o desempenho em nível nacional de todos os alunos que solicitaram apoio do leitor no Ano de 2017 em todas as questões de Física. O Gráfico 2 mostra os percentuais de acertos em cada uma delas.

Gráfico 2 - Percentual de acertos dos alunos com deficiência visual nas questões de Física no ENEM 2017.



Fonte: Dados da pesquisa

No gráfico, as barras com malha quadriculada se referem às questões que tinham mediadores visuais e as barras em azul são referentes às que tinham apenas texto verbal. A Tabela 4 detalha a relação entre mediadores visuais, as questões e os temas estruturadores da prova de Física.

Tabela 4 - Mediadores visuais, questões e temas estruturadores de Física da prova do Enem 2017

Questão	Mediadores visuais	Temas estruturadores
93	gráfico	O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas

97	-	O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas
99	-	Oscilações, ondas, óptica e radiação
101	-	Oscilações, ondas, óptica e radiação
108	gráfico	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
111	circuito elétrico	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
113	-	Oscilações, ondas, óptica e radiação
123	-	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
124	-	Oscilações, ondas, óptica e radiação
125	-	O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas
127	-	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
130	-	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
131	-	O calor e os fenômenos térmicos
134	gráfico	Fenômenos Elétricos e Magnéticos
135	-	Oscilações, ondas, óptica e radiação

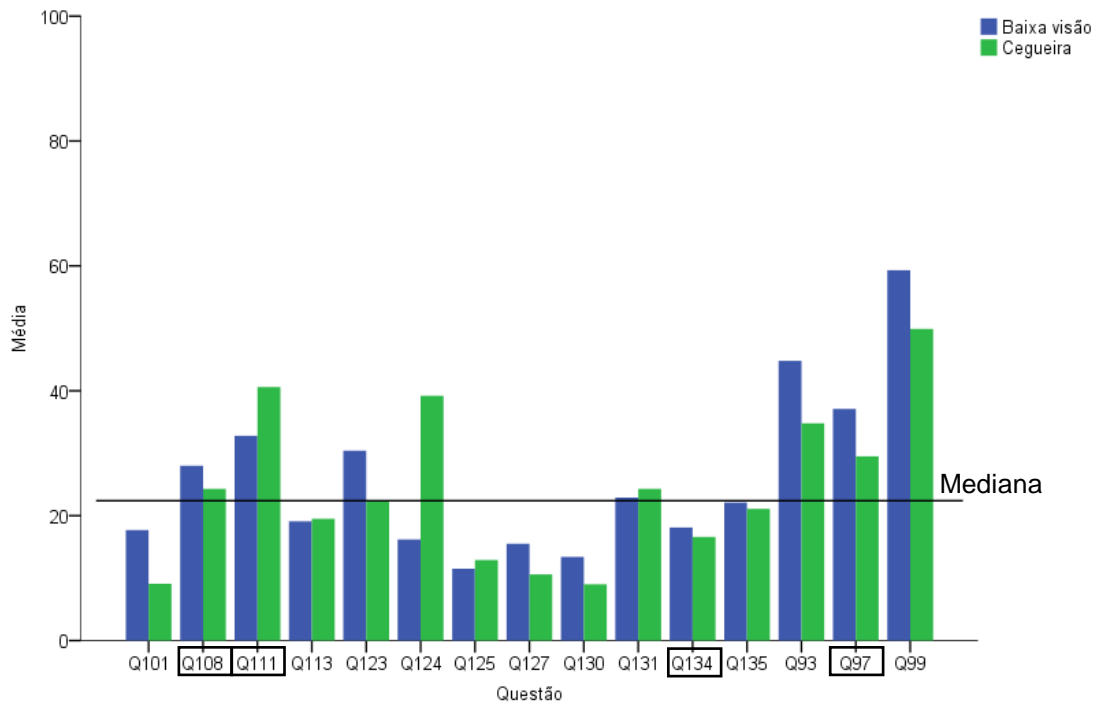
-: sem apoio de recurso visual

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos identificar no gráfico, das 4 (quatro) questões que possuíam algum tipo de mediador visual, como gráficos e ícones, 3 (três) delas estão com média de acertos acima da mediana. Além disso, destacamos que 2 (duas) delas possuem média bem acima, alcançando 40,6% (Questão 111) e 34,8% (Questão 93). Apenas uma dentre o total das 4 (quatro) está no grupo de todas as questões que possuem média mais baixa.

Tais dados nos fazem concluir que, na prova do Enem, o índice de acertos ser maior ou menor em questões não parece ter relação com o fato dessa questão ter ou não informação visual. Essa conclusão é crível apenas para o conjunto dos alunos com cegueira, o que, por outro lado, faz-nos conjecturar que o apoio do ledor possa ser um diferencial positivo para esse público, principalmente considerando a inclusão. Assim, é possível, portanto, que em situações de resolução de situações problemas com mediadores visuais, mas sem o apoio do ledor, mesmo outro tipo de recurso, como tais informações visuais em alto relevo, o desempenho possa não ser o mesmo para esse grupo.

A esse respeito, comparamos o desempenho entre os candidatos com baixa visão com os com cegueira, com o intuito de verificar se há indícios que apontem diferenças no desempenho de ambos os grupos.

Gráfico 3 - Desempenho de candidatas com deficiência na prova de Física do Enem 2017.

Fonte: Dados da pesquisa

Ao observarmos o gráfico, identificamos que das quatro questões com mediadores visuais, em 3 (três) delas (Questões 108, 134 e 93), ou seja, em 75%, a média de acertos dos alunos com baixa visão foi superior à dos alunos com cegueira. A única questão em que o desempenho foi o inverso é a 111. Conforme aponta a Tabela 4, essa é a única questão cujo mediador visual não é do discurso matemático, mas sim da Física.

O resultado parece sugerir que quando a situação problema apresenta um mediador visual do discurso matemático, os alunos com baixa visão tendem a ter maiores chances de sucesso, ao passo que os alunos com cegueira não tenham as mesmas condições. Talvez isto decorra do fato de alunos com baixa visão terem mais familiaridade com esse tipo de informação em seu cotidiano que não seja somente na escola, situação que provavelmente não ocorra com os alunos com cegueira. Assim, quando ambos têm contato com um tipo de informação que, provavelmente, ocorreu no ambiente escolar, como o caso da representação de um circuito elétrico, a figura do ledor parece fazer a diferença. Neste caso, os alunos com cegueira passariam a ter maiores chances de encontrar a resposta.

Acerca dessa conjectura, a diferença, a nosso ver, é que o texto escrito sobre um mediador visual para ser oralizado pelo ledor já traz em si, de certo modo, uma

interpretação de quem faz a tradução da imagem para texto. A exemplo, na Questão 111 (Figura 13), o texto do leitor já aponta que na ilustração há um losango (embora tal informação esteja errada²⁵) e fala em resistor (esse termo não é utilizado na questão para os videntes). A informação disponibilizada em relevo para ser usada pelo aluno cego, por exemplo, demandaria desse aluno a interpretação, cabendo a ele identificar se o formato da figura seria ou não um losango (embora ser ou não um losango, na questão, não influenciasse na resolução) e o que seria o resistor. Não se pode confundir com essa fala que afirmamos que o texto do leitor tornou mais fácil a resolução da questão. O que nos parece plausível é que o processo de resolução da questão em que o aluno tenha que interpretar todas as informações possa ser diferente, inclusive, para um desempenho qualitativamente melhor. Os 40,6% de acertos para a Questão 111, por exemplo, poderia ter sido maior, inclusive, se o circuito elétrico tivesse sido apresentado em alto relevo.

De todo modo, as discussões do último parágrafo são um ponto de partida para novos estudos.

²⁵ A figura é um quadrado e não um losango.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos objetivos desta pesquisa de mestrado foi a proposição da discussão teórica acerca da Matemática enquanto discurso, tendo como base a teoria de Sfard (2008), utilizando-a para dialogar com outras áreas do conhecimento como, a educação especial, no que diz respeito ao ensino de Física para alunos com deficiência visual, usuários ou não do código Braille, e também temáticas que abordassem a função da Matemática na estruturação do conhecimento físico.

Logo ao início da discussão, observamos que, diferentemente do que muito é propagado e pensado no senso comum, a Matemática, na Física, não é apenas uma ferramenta, ela não dispõe de elementos apenas para que os problemas da Física sejam resolvidos e que os alunos cheguem a uma resposta satisfatória. Ela vai muito além disso; exerce outras funções como, por exemplo, pragmática e estruturante.

Assim, reiterando discussões trazidas por Karam (2012) a Matemática é estruturante do conhecimento físico. Ela organiza os conhecimentos acerca do mundo natural de modo que estes sejam traduzidos para a linguagem da matemática, possibilitando assim que estes conhecimentos, os que dizem respeito ao mundo natural, aos fenômenos naturais, tornem-se acessíveis aos alunos.

Como estruturante do conhecimento Física, na Matemática os símbolos, equações e fórmulas diversas utilizadas para organização do conhecimento acerca do mundo natural são dotados de significados e de uma gramática específica. Assim, ao terem acesso a esses símbolos, equações etc. os alunos devem visualizar com olhar crítico ao ponto de extraírem o conhecimento e as várias nuances que há por trás de cada elemento que as compõem.

Pensando em questões mais pontuais, mais específicas, ao encontro da discussão trazida nessa dissertação, no que diz respeito ao discurso matemático na aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual, usuários ou não do código Braille, destacamos a emergência em considerar aspectos relacionados à Matemática enquanto discurso na aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual.

Física

Além de conhecer a temática acerca da Matemática enquanto discurso, ao que se propôs essa pesquisa, destacamos também que buscar conexão entre as distintas temáticas como educação especial e a Matemática como estruturante do conhecimento físico é desejável, a fim de que de fato tenhamos um ensino de Física

que leve em consideração as singularidades dos alunos com deficiência visual e que esteja comprometido em ensinar verdadeiramente a disciplina de Física, de modo crítico e responsável, não apenas ensinando os alunos a decorarem fórmulas para resolverem questões como as do Enem, por exemplo.

Concluimos que o processo de aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual deve ser levada em consideração a escrita no código Braille. Além da observação de aspectos inerentes ao discurso matemático, as implicações da gramática específica desse Código devem ser observadas, como a escrita linear que, a depender da extensão da questão, pode trazer prejuízo aos alunos com deficiência visual, especialmente dificuldades de compreensão do enunciado. Em especial, concluimos que isto se desdobram em uma aprendizagem que não ultrapassam a dimensão sintática.

As discussões realizadas até aqui não são suficientes para sanarem a problemática proposta nesta dissertação. No entanto, acreditamos no forte potencial para que, a partir dela, outras pesquisas sejam realizadas e outras discussões levantadas, a fim de que a cada dia possamos encontrar caminhos e respostas que nos orientem enquanto professores na promoção de uma prática pedagógica inclusiva no ensino de Física, e que se preocupe com a aprendizagem dos alunos com deficiência visual nunca desconsiderando suas singularidades, mas também nunca negligenciando a aprendizagem de Física em aspectos inerentes ao discurso matemático e também inerentes à Matemática como estruturante do conhecimento físico.

Uma das sugestões que deixamos no que concerne à realização de outras pesquisas é a ampliação do espaço temporal das questões analisadas, tendo em vista que fizemos recorte apenas de questões referentes à edição 2017 do ENEM. Ademais, ampliar a quantidade de questões a serem analisadas também é uma sugestão que pode aprofundar ainda mais a análise teórica interligando aspectos relacionados ao discurso matemático na Física e esta relação com a educação e aprendizagem de alunos com deficiência visual.

Em relação aos objetivos propostos nesta pesquisa de dissertação, destacamos que obtivemos êxito ao alcançá-los. Por meio da discussão teórica levantada pudemos compreender melhor a relação existente entre a Física e Matemática, áreas do conhecimento distintas, em certo ponto, mas que se complementam em outros. A partir dessa compreensão conseguimos analisar

algumas das implicações dessa relação na aprendizagem de Física por alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille, por meio do desempenho destes alunos em exames de larga escala como, por exemplo, o ENEM.

Tais implicações apontam para a necessidade de ampliação da discussão em torno da temática a fim de que efetivamente levemos à sociedade retorno de nossas pesquisas no que diz respeito à melhoria dos processos de ensino e também aprendizagem, considerando de igual modo a importância da discussão para o processo de inclusão de alunos com deficiência visual usuários do Sistema Braille.

Finalizamos esta produção acadêmica convictos de que esta pode até não trazer todas as respostas ou respostas suficientes diante de tudo o que foi proposto, no entanto, acreditamos que levará todos aqueles que a lerem à reflexão quanto a melhoria nos processos já mencionados, fortalecendo assim a garantia de um ensino público, gratuito e de qualidade pautado na garantia da inclusão, permanência e preparo destes alunos para estudos posteriores, tendo o ENEM como porta de entrada para maioria das oportunidades de estudos em nível de graduação no país.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

BOTELHO, Louise Lira Roedel.-CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. Gestão e Sociedade**. Belo Horizonte, v.5, n. 11, p. 121-136 · maio-ago. 2011. ISSN 1980-5756. Disponível em: <http://www.gestoesociedade.org/gestoesociedade/article/view/1220/906>. Acesso em: 12 out 2019.

LORENSATTI, Edi Jussara Candido. **Linguagem matemática e Língua Portuguesa: diálogos necessários para a resolução de problemas matemáticos**. Conjectura, Caxias do Sul, v. 14, n. 2, p. 89-99, maio/agosto 2009. ISSN 0103-1457.

MENEZES, Luis. **Matemática, Linguagem e Comunicação**. Millenium, Viseu, v. 1, n. 20, p. -, outubro 2000. ISSN ISSN 1647-662X.

OLIVEIRA, N. D. Linguagem, Comunicação e Matemática. **Revista de Educação**, Londrina-PR, v. 10, n. 1, p. 129-140, julho 2007. ISSN ISSN 2178-6933.

CARRASCO, Lucia H. M. **Leitura e escrita na Matemática**. In: NEVES, Iara C.B. et al. (Orgs.). **Ler e escrever: compromisso de todas as áreas**. Porto Alegre: Editora da Universidade de UFRGS, 2000, p. 190-202.

KARAM, Ricardo. Avelar. Soutomaior. **Estruturação Matemática Do Pensamento Físico No Ensino: Uma Ferramenta Teórica Para Analisar Abordagens Didáticas**. 2012. 292f. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-29052012-134910/pt-br.php>. Acesso em: 20 de mar de 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

GRANELL, C. G. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. In: TEBEROSKY, Ana; TOLCHINSKY, Liliana (Org.). **Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática**. São Paulo: Ática, 2003.

AZERÊDO, Maria Alves de; RÊGO, Rogéria Gaudêncio do. **Linguagem e Matemática: A importância dos diferentes registros semióticos**. Revista Temas em Educação, João Pessoa, v.25, Número Especial, p. 157-172 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/25270>. Acesso em 10 set de 2019.

LEE, Clara. **El Lenguaje en el aprendizaje de las matemáticas**. Madrid. Edicione Moratas, 2010.

PIMM, David. **El Lenguaje matemático em el aula**. 3 Ed. Madrid. Ediciones Morata, 2002.

Bakhtin, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Hucitec, 1992.

"**discurso**", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013,

ORLANDI, Erni Puccinelli. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. 7. ed. Campinas: Pontes, 2007

SFARD, Anna. **Thinking as communicating: human development, the growth of discourses, and mathematizing**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

LUNA, Ana Virgínia de Almeida; SOUZA, Elizabeth Gomes; MENDUNI-BORTOLOTTI, Roberta D'Angela. **Um zoom nas produções discursivas em tarefas de Early Algebra de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental**. Revista Espaço Plural, Unioste-PR, v. 18, n. 36 (2017), p. 41-72. Disponível em: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Um+zoom+nas+produ%C3%A7%C3%B5es+discursivas+em+tarefas+de+Early+Algebra+de+crian%C3%A7as+dos+anos+iniciais+do+ensino+fundamental#>. Acesso em 04 out de 2019.

MARCELLY, Lessandra; PENTEADO, Miriam Godoy. **A escrita matemática em braile**. XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recife-PE. 2011. Disponível em: http://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/view/1768/236. Acesso em 04 out de 2019.

"**autopoiese**", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <https://dicionario.priberam.org/autopoiese> [consultado em 30-09-2019].

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/o-sistema-braille-no-brasil/50220>.

MENDUNI-BORTOLOTTI, Roberta D'Angela; BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Matemática para o ensino do conceito de proporcionalidade a partir de um estudo do conceito**. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.20, n.1, p. 269-293, 2018.

DEVLIN, Keith. **O Gene da Matemática**. Trad. Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2004.

MENEZES, Luis. **Matemática, linguagem e comunicação**. Disponível em: http://www.ipv.pt/millennium/20_ect3.htm. Acesso em: 25 outubro. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

POINCARÉ, H. **O Valor da Ciência**. Tradução Maria Helena Franco Martins. Rio de

Janeiro: Contraponto, 1995. 173 p.

MINAYO, Maria Cecília de. Análise Qualitativa: Teoria, Passos e Fidedignidade. Revista Ciência e Saúde Coletiva, vol.17, nº 3, Rio de Janeiro, mar. 2012

CAMARGO, E.P.; SILVA, D. Trabalhando o conceito de aceleração com alunos com deficiência visual: um estudo de caso. In: **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p.1218-1223. Curitiba, mar. de 2003.

BRASIL, Ministério da Educação – Secretaria de Educação Especial (SEESP). **Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva**. Brasília: MEC, 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil** promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm . Acesso em 28 de março de 2019.

BRASIL. Lei Brasileira de Inclusão, número 13.146/15, **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** . Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em 28 de março de 2019.

BRASIL. **Lei das diretrizes e bases da educação nacional, número 9394/96**. disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. acesso em: 28 de março de 2018.

CAMARGO, Eder Pires. **Inclusão e necessidades educacional especiais. Compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de Física e da deficiência visual**. Editora: Livraria da Física. São Paulo 2016.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO [CNE]. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Diário

ESPAÑA. UNESCO. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Brasília: CORDE, 1994.

NEVES, M.C.D.; COSTA, L.G.; CASICAVA, J.; CAMPOS, A. Ensino de Física para portadores de deficiência visual: uma reflexão. **Revista Benjamin Constant (MEC)**, Rio de Janeiro: v.6, n.16, ago. 2000.

WEEMS, B. A Physical Science Course for the Visually Impaired. **The Physics Teacher**, v.15, p.333-338, 1977.

CAMARGO, E.P.; SILVA, D. Ensino de Física para alunos com deficiência visual: atividade que aborda a posição de encontro de dois móveis por meio de um problema aberto. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, p.1-13. Jaboticatubas, out. 2004.

CAMARGO, E. P. **Ensino de Ciências, Parâmetros Curriculares Nacionais e Necessidades Educacionais Especiais: Discussão, reflexão e diretrizes.** In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, n.5. Bauru, São Paulo, 2005.

CAMARGO, E.P.; NARDI, R. **Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.6, n.2, p.378-401, 2007.

DICKMAN, Adriana Gomes; FERREIRA, Amauri Carlos. **Ensino e Aprendizagem de Física a estudantes com deficiência visual: Desafios e Perspectivas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 8 No 2, 2008.

PÁDUA, E. M. M. de. **O processo de pesquisa.** In: _____. Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática. Campinas: Papirus, 1997. p. 29 – 89. (Coleção Práxis).

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J.; TURNER, Lisa A. Toward a definition of mixed method research. **Journal of Mixed Methods Research**, v.1, n.2, p. 112-133, 2007.

SPRATT, C.; WALKER, R.; ROBINSON, B. Mixed research methods. Practitioner Research and Evaluation Skills Training in Open and Distance Learning. Commonwealth of Learning, 2004.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki P. **Designing and conducting mixed methods research.** Sage Publications, California, 2007.

MARTINS, Bruno Sena. **A modernidade segundo Louis Braille.** Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 11-22, nov. 2014

GAUDENZI, Paula; ORTEGA, Francisco. **Problematizando o conceito de deficiência a partir das noções de autonomia e normalidade.** Ciência & Saúde Coletiva, 21(10):3061-3070, 2016

MACÊDO, Marcos Antônio Rodrigues. **A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 4307 (2010).

CARVALHO, G. T. **Sistemas de escrita.** In: UFMG. Glossário Ceale: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. UFMG/FaE/Ceale. Disponível em: <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sistemas-de-escrita>. Acesso em: 7 out. 2020.

BAGNO, M. **Linguagem.** In: UFMG. Glossário Ceale: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. UFMG/FaE/Ceale. Disponível em:

<http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sistemas-de-escrita>. Acesso em: 7 out. 2020.

SOUZA, Dárli Almeida de. BRITO, José Augusto Costa. SCHEIDEGGER, Jéssica. Et al. **Análise de erros em questões de potenciação**: uma experiência de estágio supervisionado em matemática. XII Encontro Nacional de Educação Matemática, São Paulo-SP. ISSN 2178-034X. Disponível em: www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6800_4017_ID.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

RIPARDO, Ronaldo Barros. **Escrever bem aprendendo matemática: tecendo fios para uma aprendizagem matemática escolar**. 2014, 314 fls (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo (USP). Programa de Pós-graduação em Educação. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-25062015-130813/>. Acesso em 13 out. 2020.

TRÉZ, Thales de A. e. **Caracterizando o método misto de pesquisa na educação: um continuum entre a abordagem qualitativa e quantitativa**. Revista ATOS DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO - PPGE/ME ISSN 1809-0354 v. 7, n. 4, p. 1132-1157, dez. 2012. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/1132>. Acesso em 15 out. 2020.

VIGINHESKI, et. al. (2014). **O sistema Braille e o ensino da matemática para pessoas cegas**. Revista Ciênc. Educ., v. 20, n. 4, p. 903-916, dez. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n4/1516-7313-ciedu-20-04-0903.pdf>. Acesso em 18 jan. 2020.