



UFRRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

A IMPORTÂNCIA DOS MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INCLUSIVA DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

EDUARDO VIANA DE SOUZA

Professor Orientador
JOÃO JOSE DOS SANTOS ALVES

SEROPÉDICA

2021

EDUARDO VIANA DE SOUZA

A IMPORTÂNCIA DOS MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INCLUSIVA DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Física da UFRRJ, como
requisito parcial para obtenção do título de
Licenciado em Física.

SEROPÉDICA

2021

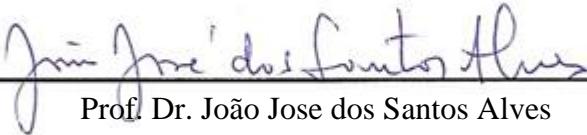
FOLHA DE APROVAÇÃO

EDUARDO VIANA DE SOUZA

A IMPORTÂNCIA DOS MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INCLUSIVA DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

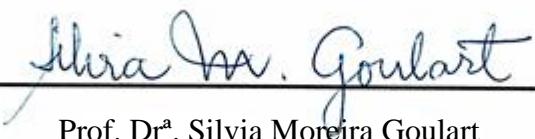
Monografia defendida e aprovada no dia 04/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



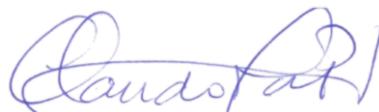
Prof. Dr. João Jose dos Santos Alves

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ



Prof. Drª. Silvia Moreira Goulart

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ



Prof. Dr. Cláudio Maia Porto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força para encarar os problemas que a vida proporciona, agradeço pelas bençães e livramentos a mim concedidos e agradeço a ti, Senhor, por toda sapiência ao longo da jornada para a escrita deste trabalho.

Agradeço a minha família, aos meus pais Ione e João e aos meus irmãos Elen e Elson, por terem me apoiado e me ajudado a enfrentar as fases difíceis da vida sempre me orientando, me dando suporte e principalmente me dando muito amor. Amo vocês!

Agradeço também a Karine por toda paciência, carinho, amor e ajuda no enfrentamento dos problemas, me dando suporte na vida, ao longo da graduação e também para fazer este trabalho. Muito obrigado!

Meus agradecimentos para Vanessa Cristina por toda ajuda com vocabulário, dicas, revisões de trabalho e compartilhamento de conhecimento para a adaptação deste projeto. Muito Obrigado!

Ao meu orientador, João José, por toda paciência, ajuda, conversas e, principalmente, por sempre estar disposto a me ajudar nessa empreitada que concluí minha graduação como Licenciado em Física.

A todos os Professores da graduação por todo conhecimento compartilhado de uma disciplina incrível que é a Física. Obrigado ao grupo PET Física por elevar os meus conhecimentos, me proporcionando outros entendimentos acerca da graduação, em especial agradecer aos tutores ao longo da minha passagem pelo grupo, aos colegas que ali fiz.

“Liberdade é viver com autonomia!”

Instituto Antônio Pessoa de Queiroz (IAPQ)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar alguns aspectos e situações presentes no processo de ensino-aprendizagem, e a partir disso traçar estratégias metodológicas que possam auxiliar os professores de Física do Ensino Médio. Nesse sentido pensamos em uma sequência didática envolvendo um conjunto de kits Multissensoriais, cujo uso em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) se constitui numa proposta a ser apresentada em salas de aula, que possa tanto apoiar o professor na sua prática pedagógica, como também ajudar o aluno no seu processo de aprendizagem, facilitar a assimilação dos conteúdos segundo os moldes da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) e que possa também ser inserida no contexto da Inclusividade. Entre os possíveis kits a serem trabalhados, destacamos um Material Tátil Sensorial (MTS), construído a partir de um tema abstrato da Mecânica Newtoniana, chamado de Diagrama de Corpo Livre (DCL). Embora o material esteja inserido no projeto inicial, esperamos que sirva também de base para que outros tópicos da Física sejam abordados, de maneira análoga. Portanto, a motivação desse estudo com foco no uso dessa metodologia vem do fato de terem sido encontradas na literatura muitas dificuldades e problemas localizados no ambiente escolar, apontados por diferentes autores, e que se manifestam tanto nos professores quanto nos alunos, nesse processo de ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio. Nisso, surge a ideia e a vontade de trazer alguma contribuição que possa mitigar tais obstáculos e ajudar os agentes envolvidos nesse referido processo. Um aspecto em destaque nessa proposta e com o qual se pretende alcançar um público maior no processo acima referido, consiste na pluralidade de demandas dos alunos que a proposta objetiva alcançar, principalmente, aqueles que possuem deficiência visual independente do grau. Portanto, abordaremos esta especificidade, que permeia muitas salas de aula, em diversas escolas do país, a fim de mostrar as dificuldades e propor soluções dentro desta perspectiva.

Palavras-chave: Materiais Multissensoriais. Ensino de Física. Educação Inclusiva

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Representação da cela Braille | 14 |
| Figura 2 - Representação da Ordem Braille | 15 |
| Figura 3 - Representação digital do vetor força | 40 |
| Figura 4- Representação do vetor na grafia Braille em tinta..... | 41 |
| Figura 5- Representação vetorial com grafia usual e a grafia braile em tinta | 41 |
| Figura 6 - Montagem digital feita no Paint 3D | 43 |
| Figura 7 - A figura a esquerda indica o molde do cubo a ser usado e a imagem à direita mostra o molde em um pedaço de papelão dando a noção de como ficará o corte | 44 |

IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagen 1 - Reglete e punção | 16 |
| Imagen 2 - Máquina Perkins Brailler | 17 |
| Imagen 3 - Reprodução da Lua em exibição no Instituto Benjamin Constant..... | 29 |
| Imagen 4 - Impressão em três dimensões das imunoglobulinas IgM e IgG | 30 |
| Imagen 5 - Representação das forças atuando sobre um bloco..... | 33 |
| Imagen 6 - Vetor força (Fba) escrito com a grafia usual e em braille | 42 |
| Imagen 7 - Representação da escrita braille em tinta no vetor força (Fab)..... | 42 |
| Imagen 8 - Cubo montado, tiras de jornal, pincel, cola escolar e água..... | 45 |
| Imagen 9 - Cubo coberto por jornal | 45 |
| Imagen 10 - Cubo cortado para encaixe dos vetores..... | 46 |
| Imagen 11 - Letras A e B em papelão e pintadas de preto | 47 |
| Imagen 12 - Cubos pintados e identificados | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Elementos importantes para o ensino e aprendizagem significativa segundo Flores-Espejo (2018)..... | 22 |
| Tabela 2 - Lista de materiais utilizados para produção do MTS | 39 |
| Tabela 3 - Modelo de medidas para os vetores força | 40 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3D – Três Dimensões
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ASI - Aprendizado Significativo e Inclusivo
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- COVID – Corona Virus Disease (Doença do Corona Vírus)
- DCL – Diagrama de Corpo Livre
- E.V.A – Etil, Vinil, Acetato (Espuma vinílica acetilada)
- IBC – Instituto Benjamin Constant
- IgG – Imunoglobulina G
- IgM – Imunoglobulina M
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases
- MAPS – Materiais de Aprendizagem Potencialmente Significativos
- MTS – Material Tátil Visual
- NCE - Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais
- TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa
- UD – Unidade Didática
- UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
- UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | DEFICIÊNCIA VISUAL NO BRASIL | 11 |
| 2.1 | Histórico educacional de pessoas com deficiência visual..... | 12 |
| 2.2 | O Sistema Braille | 12 |
| 2.3 | Leitura e escrita em Braille | 13 |
| 3 | PROBLEMAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM E POSSÍVEIS SOLUÇÕES . | 17 |
| 4 | TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 21 |
| 5 | MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS | 25 |
| 5.1 | Normativas educacionais | 25 |
| 5.2 | Importância no processo de Ensino e Aprendizagem | 26 |
| 5.2.1 | Projeto Universo Acessível | 28 |
| 5.2.2 | Projeto Micro no Tato | 29 |
| 6 | OBJETIVOS | 31 |
| 7 | DIAGRAMA DE CORPO LIVRE | 32 |
| 8 | PROPOSTA DE UMA UEPS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 33 |
| 8.1 | ROTEIRO PARA MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS (KIT DIDÁTICO) | 35 |
| 8.2 | ROTEIRO PARA MATERIAL TÁTIL SENSORIAL (DCL)..... | 36 |
| 8.3 | PLANO DE AULA..... | 37 |
| 8.4 | Representação Vetorial (Forças)..... | 40 |
| 8.5 | Cubos | 43 |
| 9 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 48 |
| 9.1 | Resultados | 48 |
| 9.2 | Discussão | 49 |
| 10 | CONCLUSÃO | 50 |
| 11 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 52 |

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, apresentamos o panorama da educação de pessoas com deficiência visual no Brasil ao longo do tempo, passando pela criação do sistema de escrita e leitura, conhecido como Braille, e sua evolução, destacando-se as principais figuras históricas envolvidas nesses processos. Ademais, destacamos algumas particularidades presentes nas salas de aulas do Ensino Médio, tais como as dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem que foram levantadas por estudiosos da área de ensino, e no fim, apresentamos uma proposta didática com o apoio de um Kit-multissensorial que possa auxiliar o professor na sua prática pedagógica, visando à aprendizagem significativa de Física em uma turma de Ensino Médio, onde talvez haja a presença de alunos com deficiência visual.

Com essa proposta didática, especificamente sobre a Mecânica Newtoniana, e com o auxílio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativos (UEPS) pautada na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, pretendemos contribuir com mais uma metodologia de ensino e aprendizagem que objetive ajudar o docente em Física, além de promover a assimilação de conteúdos pelos alunos. Esperamos que tanto neste tema específico que será abordado, nomeadamente o Diagrama de Corpo Livre (DCL), quanto em outros conteúdos da disciplina de Física, novas propostas sejam pensadas, elaboradas e levadas para a sala, visando à defesa e apoio de um Aprendizado Significativo e Inclusivo (ASI). Além disso, tendo a preocupação com o bom andamento numa sala de aula e com o foco no aprendizado, e ainda, na qualificação de um formando e futuro professor, propomos também a construção de um Material Tátil Sensorial (MTS) com materiais de fácil acesso e manipulação, de baixo custo, e que inclua a Multissensorialidade e o Braille no processo construtivo. Desta maneira, esperamos que este material sirva de apoio metodológico ao professor e que seja um instrumento com grande potencial para a promoção e para assimilação dos conteúdos de Física pelos alunos, para que haja um ensino e uma Aprendizagem Significativa e Inclusiva nas turmas de Física no Ensino Médio.

2 DEFICIÊNCIA VISUAL NO BRASIL

2.1 Histórico educacional de pessoas com deficiência visual

No Brasil a educação formal para pessoas com deficiência visual se inicia com a volta de José Alvares de Azevedo ao Brasil, em 14 de dezembro de 1850. De acordo com Cerqueira et al (2014), Azevedo, que foi um menino cego, partira com apenas 10 anos de idade para França, onde matriculou-se no Real Instituto dos Jovens Cego de Paris¹ em 1844. Após seis anos de estudo no instituto, Azevedo adquiriu todo o conhecimento que viria a aplicar no Brasil. Encorajado e determinado a difundir tudo que havia aprendido, passou a lecionar aulas particulares, palestrar nas cortes brasileiras e escrever artigos, entre outras atividades que o levaram até o Imperador D. Pedro II, a quem apresentou seus conhecimentos, sonhos, desejos, assim como a funcionalidade do sistema Braile. Além disso, ele propôs ainda a criação de uma escola brasileira que se assemelhasse ao instituto no qual havia estudado em Paris. “D. Pedro, com sua sensibilidade e largueza intelectual, adotou aquela proposta ousada” (ALMEIDA, 2014, p. 9) e, em 1854, era inaugurado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, que nos dias atuais conhecemos como Instituto Benjamin Constant (IBC). Infelizmente, José Alvares de Azevedo não pôde comparecer à inauguração, pois havia falecido meses antes naquele mesmo ano.

Ao longo dos anos outros institutos e escolas foram criados para atender pessoas com deficiência visual, como por exemplo, o Instituto Antônio Pessoa de Queiroz (IAPQ), que foi fundado em Recife, em 1909, se constituindo na primeira instituição dessa natureza no Nordeste e a segunda no Brasil. Já em 1926 foi inaugurado o Instituto São Rafael, sediado em Belo Horizonte. Em São Paulo com o apoio da população e por intermédio do médico oftalmologista Dr. José Pereira Gomes, fora criado, em 1928, o Instituto de Cegos Padre Chico, entre outros. Ademais, foi graças ao pioneirismo e à realização do sonho de Alvares de Azevedo que se deu início à longa luta das pessoas com deficiência visual em busca de direitos legais e educacionais perante a sociedade. Por conta disso, Alvares de Azevedo é considerado o Patrono da Educação dos Cegos no Brasil.

2.2 O Sistema Braille

¹ Criado pelo filantropo francês Valentin Haüy, em 1784.

Louis Braille (1809 – 1852), um menino com cegueira total desde os cinco anos de idade devido a um acidente na oficina de seu pai, iniciou seus estudos no Real Instituto dos Jovens Cego de Paris com apenas dez anos de idade. Na instituição, Louis, que sempre foi um aluno dedicado e inteligente, teve contato com o sistema de leitura criado por Valentin Haüy (1745 – 1822), fundador da escola. Este sistema consistia basicamente no uso do alfabeto convencional impresso em relevo e em uma escala bem maior do que a usada na tipografia comum. Com as letras impressas eram usados papéis umedecidos, que moldavam tais letras e tomavam seu formato, e desta maneira os alunos podiam reconhecer, através do tato, o formato, e assim formavam palavras e frases. Contudo, este sistema tornava a leitura lenta, os livros impressos desta maneira eram grandes e pesados demais, mas, mesmo assim, era possível educar e dar uma certa autonomia aos alunos cegos que estudavam no Real Instituto.

Na escola, mesmo estudando e se dedicando bastante, Braille sentia algumas dificuldades. Por outro lado, como o sistema de Haüy não possibilitava a escrita, Braille se preocupou em buscar maneiras de criar um sistema que possibilitasse a escrita para pessoas cegas. Foi durante seus estudos que ele teve contato com Charles Barbier de la Serre (1767 – 1841),

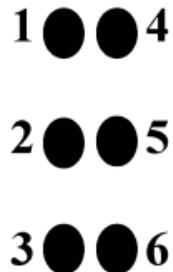
investigador de escritas secretas, desenvolveu um processo por pontos salientes, a que chamou Escrita noturna, ou Sonografia. Seu objetivo era oferecer recursos para breves comunicações entre soldados à noite. Barbier não concretizou este objetivo, mas, generosamente, apresentou sua proposta à direção do Instituto de Paris em 1821. (CERQUEIRA, 2009, p. 6)

A sonografia de Barbier quebra o paradigma da leitura do alfabeto comum através do relevo das próprias letras ou de sua representação em linhas pontilhadas e passa a utilizar pontos salientes o que traz para leitura através do tato, uma forma mais objetiva e com significado. Por conseguinte, foi possível aos alunos começarem a escrever usando essa técnica, contudo ela precisava ser remodelada já que necessitava de outros caracteres que eram importantes para uma comunicação mais clara. Braille então faz essa reestruturação em 1825, e, aos 16 anos, apresenta na escola seu sistema de escrita e leitura, o sistema Braille.

2.3 Leitura e escrita em Braille

A cela Braille é composta por uma estrutura de 6 pontos, divididos por duas colunas que são milimetricamente distribuídas, formando uma matriz padronizada para leitura e escrita, como mostra a figura 1. De acordo com a norma da ABNT NBR 9050 que trata da acessibilidade em espaços urbanos, o diâmetro do ponto deve ficar entre 1,2 mm e 2,0 mm, sua altura deve ficar entre 0,6 mm e 0,8 mm e sua proporcionalidade entre 2,0 a 2,5.

Figura 1- Representação da cela Braille



Fonte: Sistema Braille: simbologia básica aplicada à língua portuguesa, 2016, p.6

Composto por 63 sinais, sua divisão é feita em sete séries, como mostra a figura 2, que combinadas formam perfeitamente a estrutura textual que se deseja ler e escrever. Tais séries compreendem tanto as letras do alfabeto completo, como pontuação, acentuação e caracteres em geral que podem ser usados em diversas outras áreas, além da língua portuguesa, como a Matemática e a Química, por exemplo. As celas Braille permitem ainda a escrita e a leitura de outros idiomas, entre outras aplicabilidades.

A primeira série de sinais é chamada de série superior, pois é através dela que podemos formar a 2^a, 3^a e 4^a séries, adicionando novos pontos à cela braille. O alfabeto completo está compreendido até o quinto sinal da 3^a série: a 1^a série vai da letra “a” até “j”, a 2^a série vai da letra “k” até “t” e da letra “u” até “z” completa-se o alfabeto na metade da 3^a série. A partir do sexto sinal desta série iniciam-se as denominadas letras diacríticas. Tais letras recebem sinais gráficos sobre ou através de si, que mudam sua estrutura fonológica. Portanto, da metade da 3^a série até o final da 4^a série temos, por exemplo, “ç” (cedilha), “é” (uso do acento agudo), “ô” (uso do acento circunflexo) e assim por diante.

A 5^a série é chamada de série inferior, pois sua reprodução é a mesma da 1^a série. Porém, a representação dos sinais se faz na parte inferior da cela braille. Nesta série estão compreendidas as pontuações como a vírgula “,”, ponto e vírgula “;”, dois pontos “:”, ponto final “.”, sinal de interrogação “?”, entre outros. Já a 6^a e 7^a séries não se baseiam na série

superior. A 6ª série possui apenas seis sinais sendo os três primeiros compostos por diacríticos e os outros três caracteres que são o símbolo de cerquilha “#”, sinal de apóstrofe/ponto e o hífen. A 7ª série é formada somente pelo uso da coluna direita da cela braille e a sequência de sinais é determinada pelo uso de uma técnica de memorização denominada “ablakba”.

Perceba que os 63 sinais que compõem as séries formam a estrutura textual base, mas a representação dos sinais não é exclusiva de uma única letra ou símbolo, ou seja, o mesmo sinal ou sinais diferentes combinados, lado a lado, podem ser usados para representar algo totalmente diferente durante a leitura, e, desta forma, é necessário ficar atento ao contexto. Um exemplo dessa abrangência é o sinal de “õ” (letra “o” com uso de til), pois sua representação na cela braille é feita pelos pontos 2, 4 e 6. Este mesmo sinal representa o símbolo matemático “<” (menor que), sendo assim o mesmo sinal representa coisas diferentes. Isso mostra a aplicabilidade do braille em diferentes áreas do conhecimento.

Figura 2 - Representação da Ordem Braille

Fonte: Sistema Braille: simbologia básica aplicada à língua portuguesa, 2016, p.7

Para que a escrita possa ser feita, são necessárias ferramentas adequadas que formam as saliências nos papéis. Para isso, existem a reglete e o punção, mostrados na imagem 1, que juntos formam o modo manual de escrita.

Reglete é uma prancha cujos modelos mais modernos são produzidos em metal ou plástico. Consiste de duas placas unidas por dobradiças, em um dos lados, de modo a permitir a colocação de um papel entre elas. Uma das placas contém pequenos

retângulos vazados, que correspondem às celas braille; a outra é marcada de modo a acomodar a ponta do punção.

Punção é um instrumento manual, pequeno, composto por duas partes: cabeça e ponta. O formato da cabeça pode variar (arredondado, anatômico, sextavado etc.) e a outra parte consiste em uma haste metálica pontiaguda. (FERREIRA, 2016, pp. 10-11)

Imagen 1 - Reglete e punção



Fonte: Reprodução/Google Imagens

Ao usar a reglete e o punção cada marcação no papel é feita ponto a ponto, tornando a escrita um pouco mais demorada. Contudo, em relação a uma aprendizagem mais rápida do braille, a Reglete e punção são ideais. Além disso, é uma forma mais econômica de se escrever em braille quando pensamos em custo e benefício.

Há outras formas de se escrever em braille e isso inclui o uso de máquinas que foram criadas para tal finalidade, das quais a mais conhecida é a máquina Perkins Brailler, mostrada na imagem 2. Uma máquina datilográfica parecida com as máquinas comuns que são voltadas para os videntes. Contudo, a Perkins tem nove teclas, seis para as celas braille, uma para espaçamento, outra para mudança textual de linha e a última tecla é para retroceder ao início da escrita.

Imagen 2 - Máquina Perkins Brailler



Fonte: Reprodução/Google Imagens

Concomitante a isso, há softwares modernos que são usados para transcrever a escrita usual em escrita braille de forma automática. E para que a impressão do braille seja ainda mais rápida, existem impressoras específicas que são conectadas a esses computadores, possibilitando um dinamismo maior ao processo de produção dos materiais em braille. Temos também a audiodescrição, entre outros meios que fortalecem a base de aprendizados das pessoas com deficiência visual.

Isso nos mostra o quanto abrangente, aplicável e revolucionário é o sistema de Louis Braille. Ademais, este sistema tem proporcionado que pessoas com deficiência visual busquem sua autonomia e liberdade através da escrita e leitura.

3 PROBLEMAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

As dificuldades no processo de ensino e aprendizagem são de diversas ordens e podem ser identificadas nos diferentes agentes inseridos nesse processo. Alguns autores apontam tais dificuldades presentes tanto no processo de ensino, tais como as lacunas presentes ao longo da formação acadêmica do professor, como também na aprendizagem dos alunos.

De acordo com Anastasiou e Alves (2015, p. 18), se um professor explica um conteúdo para o aluno, mas este não consegue se apropriar do tema abordado, isso nos leva a questionar se houve ensino, ou se apenas foi o cumprimento de uma parte do processo. Ou seja, nos indagamos se somente a linguagem usada para a comunicação com os alunos ou a

ministração de uma aula padronizada de Física são aspectos suficientes para que eles absorvam o conteúdo de forma significativa.

Souza e Ferreira (2019, p. 2) defendem que todo o docente em Física que já tenha experiência na área, e principalmente aqueles que acabaram de se formar, façam uma avaliação de suas formações acadêmicas com a finalidade de perceberem qual tipo de professores estão se tornando. Ou seja, os moldes acadêmicos formaram docentes que excluem e segregam, ou fazem a integração ou a inclusão na turma? Esta avaliação traz a realidade do Professor de Física, o seu comportamento em sala de aula, e deixa claro quais atitudes devem ser tomadas para o bem social, psicológico e instrucional, tanto dos próprios docentes como dos alunos.

Um outro destaque importante é a necessidade de “que haja um esforço por parte do professor em conhecer a real situação em que suas turmas se encontram” (SOUZA e FERREIRA, 2019, p.2). Nessa perspectiva, acrescentam que “conhecer as turmas não é somente saber o nível de aprendizado em que os alunos se encontram, mas também conhecer as especificidades dos alunos que compõem cada turma.”. Ou seja, se faz necessário por parte do professor avaliar o nível de aprendizagem das turmas por meio de técnicas, instrumentos didáticos e principalmente a “linguagem envolvida no intercâmbio de significados” (MOREIRA, 2012, p. 22), uma vez que a linguagem utilizada pode servir tanto como uma variável facilitadora para a aprendizagem, como também um meio de avaliação deste mesmo nível de aprendizagem. Portanto, de forma geral, “a noção de avaliação da aprendizagem não tem sido estática ao longo do tempo; pelo contrário, ela tende a expandir seu significado, ainda mais quando considerada permanente e sistemática” (apud Escobar-Hoyos, 2014, p. 129).

Questionamentos de como e quando usar as técnicas para a avaliação das turmas são levantadas por Flores-Espejo (2018), que defende a tese de que os instrumentos avaliativos não devem ser restritos, ou seja, o professor pode usar, por exemplo, mapas conceituais de Novak, diagramas V de Gowin, resumos, questionários, o diálogo com os alunos, entre outros métodos, desde que estes sejam pautadas por um entendimento ausubeliano. Concomitantemente, nessa avaliação do nível de aprendizagem, o professor, ao dialogar com alunos fica a par das especificidades que eles apresentam. Ou seja, conversar e perceber se na turma há alunos com síndromes, com transtornos globais de desenvolvimento, superdotados, com altas habilidades ou com alguma deficiência, como por exemplo, a deficiência visual, entre outros. É extremamente importante que todo o trabalho que o professor venha a

desenvolver seja feito de maneira adequada e inclusiva, bem estruturado e com a amplitude necessária, de modo a sanar todas as demandas do processo de aprendizagem.

Além disso, há um problema decorrente da formação de professores licenciados, principalmente os docentes em Física, que é a inexperiência que alguns apresentam “para trabalhar com semelhanças e diferenças entre os estudantes” (apud CAMARGO, 2016, p. 29). Isso significa que muitos professores de física não lidaram ou então “tiveram um convívio superficial, ou seja, eles não tiveram convívio direto e aprofundado com o cotidiano do deficiente visual” (SILVA et al, 2015, p. 3). Isso implica na propagação de paradigmas metodológicos de ensino, como a repetição dos planos das aulas de Física, onde os conteúdos programáticos são apresentados aos alunos em um formato que se distancia do construtivismo e acaba por favorecer a aprendizagem mecânica. Consequentemente, a forma como a educação vem sendo ministrada atualmente em muitas escolas, bem como os conteúdos ministrados pelos professores apresentam graves problemas (apud UNESCO, 1998).

Admitimos que a dura rotina de muitos professores que necessitam trabalhar em várias escolas, lecionando em muitas turmas para se manterem financeiramente, causa a repetição dos planos de suas respectivas aulas, e esse modo de trabalho pode ou não ser eficiente, pois os níveis de aprendizagem são diferentes, já que os estudantes são distintos. Todavia, de forma geral, ainda se faz necessário que as aulas de Física sejam aprimoradas, principalmente para que haja a inclusão de alunos deficientes visuais em aulas regulares desta disciplina.

Porém, mesmo que o inciso III, art. 59 da LDB² determine que seja assegurado, aos alunos, professores com formação adequada, essa não é a realidade dos cursos de graduação em Física, principalmente das licenciaturas, quando nos deparamos com a temática sobre a deficiência visual. Portanto, a partir dos estudos apresentados por Silva et al. (2015), comprova-se através das entrevistas com discentes em Física, no final de suas licenciaturas, a falta de estudos sobre a deficiência visual nas disciplinas do curso.

O déficit curricular dos cursos de graduação em Física em ofertar disciplinas obrigatórias sobre a temática de Educação Inclusiva, em destaque a deficiência visual, traz graves consequências na formação do professor, assim como na preparação das aulas, pois muitos professores ainda fazem uso de um método educacional, denominado por Camargo (2016), de modelo “40+1”, onde uma aula é preparada para a média de quarenta alunos

² A LDB é a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

videntes e uma outra aula à parte será preparada para o aluno deficiente visual. Segundo Souza e Ferreira (2019) ao se valer desse modelo, é possível perceber imediatamente que o aluno com deficiência visual não é incluído em uma aula de Física da forma adequada, pois é priorizada a maioria dos alunos em sala que são videntes. Por outro lado, entre outras atividades, o professor tende a duplicar sua jornada de trabalho, seja preparando duas aulas distintas sobre o mesmo assunto, duplicando os experimentos em que um atende os alunos videntes e o outro é destinado exclusivamente para o aluno que tenha a deficiência visual. “Ou seja, o aluno está integrado à turma via sistema educacional, mas continua excluído³ do processo pedagógico.” (SOUZA e FERREIRA, 2019, p. 3).

Devido à priorização das aulas atenderem a maioria dos alunos que são videntes, especificamente em classes regulares do Ensino Médio, os alunos com deficiência visual tendem a ter seu aprendizado negligenciado, e, para que este paradigma finde, o professor precisa dar prioridade às especificidades educacionais dos alunos. Isso significa que a preparação das aulas precisa ser voltada para os alunos deficientes visuais, pois desta forma o professor mudará a estrutura curricular da disciplina, adaptando-a a novas nomenclaturas, trará a multissensorialidade para dentro de sala de aula, onde outros sentidos físicos (tato, olfato e audição) serão aguçados, se constituindo em meios facilitadores e construtivos para o aprendizado dos conteúdos da Física. Além disso segundo Souza e Ferreira (2019) haverá unicidade e principalmente o ganho de uma identidade inclusiva por parte da turma.

A transformação da disciplina de Física em uma disciplina inclusiva, não requer que o professor aguarde para ter alunos com alguma especificidade em particular para mudar o modo como suas aulas devem ser preparadas e ministradas, pois esta mudança precisa ocorrer muito antes do próprio professor encontrar com a turma, ou seja, a mencionada mudança precisa ocorrer no âmago da formação do Professor de Física. Por outro lado, ainda que essa mudança não ocorra de imediato, o professor precisa ter a percepção de sempre preparar e ministrar suas aulas voltadas para as especificidades dos alunos. Assim, se em sala há um aluno deficiente visual, as aulas precisam ser preparadas também para esse aluno. Logo, toda a estrutura e andamento das aulas, além de todos os materiais didáticos usados, quando planejados e aplicados a estes alunos sob uma perspectiva baseada na TAS, farão com que as aulas não sejam exclusivas, mas sim para a turma como um todo.

Acreditamos que TAS desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, na medida em que objetiva a evolução cognitiva dos alunos, e, neste trabalho,

³ O correto é: segregado.

promovemos e defendemos que essa evolução alcance indiscriminadamente os alunos com deficiência visual, e que o ensino seja inclusivo e significativo, independentemente do nível dos conteúdos e do grau de abstrações presentes na Física. Assim, no próximo capítulo, entenderemos melhor como esta teoria construtivista contribui para o ensino e aprendizagem de uma turma regular de Ensino médio, onde possa haver alunos com deficiência visual.

4 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Quando falamos em educação escolar, na realidade estamos falando dos agentes envolvidos nesse processo, as condições em que se realizam e, sobretudo, no objetivo principal relacionado à importância do processo de ensino e aprendizagem. Uma teoria em destaque abordada nesse trabalho é a da aprendizagem significativa de Ausubel. Segundo os autores Moreira, Caballero e Rodríguez (1997, p. 19), a aprendizagem significativa ocorre através de um processo de assimilação conceitual⁴, onde uma nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva do receptor e se efetiva de forma não arbitrária e não literal. Ou seja, a não-arbitrariedade significa que a nova informação recebida irá se relacionar de forma específica com os conhecimentos prévios que o receptor tem, de maneira a corroborar a implementação, na sua estrutura cognitiva, desta nova informação. Ausubel designa este conhecimento prévio de *subsunçor* que desempenha a função de ser um ancoradouro para fixação de novas ideias e que a partir dessa interação, novos subsunções vão se formando. Já a não-literalidade da nova informação significa que ela pode ser incorporada na estrutura cognitiva de diversas formas, o que é importante, já que a compreensão de uma informação varia de pessoa a pessoa.

Esse aspecto idiossincrático é relevante nessa teoria, na medida em que o aprendizado se torna significativo, uma vez que essa nova informação interage com o subsunçor presente na estrutura cognitiva do aluno, modificando-o, e no fim do processo um novo subsunçor acaba substituindo o antigo. Dessa forma, o professor configura-se como peça fundamental, dentro deste aspecto, para o processo de ensino e aprendizagem, pois segundo Flores-Espejo (2018) quando este professor assume uma metodologia de ensino, fazendo uso de materiais de aprendizagem potencialmente significativos (MAPS), novos significados são

⁴ Esta assimilação conceitual se faz presente em um momento em que a estrutura cognitiva do aluno está em um nível mais elevado de abstração. Portanto, em concordância já que este trabalho é voltado para o Ensino Médio.

gerados, promovendo a ancoragem de novas informações na estrutura cognitiva, de modo a alavancar o nível de abstração dos alunos onde a aprendizagem se torna ainda mais significativa.

A fim de promover uma aprendizagem significativa, é necessário gerar uma negociação de significados contextualizados entre o professor e os alunos através de materiais de aprendizagem potencialmente significativos que tenham significado lógico, de modo que os significados científicos possam ser assimilados através de uma construção ativa, o que permite ao aluno construir significados psicológicos dentro da aceitabilidade da comunidade de usuários que os validam e é capaz de aplicá-los em novas situações problemáticas. (FLORES-ESPEJO, 2018, p. 6)

Além disso, um outro ponto dentro dessa idiossincrasia é a predisposição do próprio aluno em ser um agente ativo para a construção e apreensão do conhecimento. Portanto, é necessário que o aluno esteja disposto a aprender de forma significativa, pois “a atitude de aprendizagem significativa é uma condição necessária e influente no processo de construção de significados.” (FLORES-ESPEJO, 2018, p. 20). De maneira geral, ser um aluno ativo e que apreende os conhecimentos através da TAS, independe de sua especificidade. No entanto, são necessárias novas demandas e metodologias de ensino e aprendizagem significativas que sejam inclusivas para que os alunos com deficiência visual atinjam seus objetivos acadêmicos, e aqui destacamos e defendemos um aprendizado de Física, de forma autônoma, didática, inclusiva e significativa.

Por conta dessas demandas, e tomando como princípio uma aula de Física inclusiva pautada sobre os aspectos ausubelianos, se faz necessário explorar componentes importantes para elaboração de uma metodologia que atenta a todos os alunos. Desta forma destacamos sete elementos descritos por Flores-Espejo (2018) como sendo critérios práticos para o professor elaborar estratégias de ensino e avaliações acerca da aprendizagem significativa. Com isso, estendemos estes elementos para o estudo metodológico de uma turma regular com a presença de alunos deficientes visuais.

O estudo recente de Flores-Espejo (2018) apresenta, como dito anteriormente, sete elementos respectivamente descritos na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Elementos importantes para o ensino e aprendizagem significativa segundo *Flores-Espejo (2018)*

| Elementos pautados sob aspectos | Características |
|---------------------------------|-----------------|
|---------------------------------|-----------------|

| Ausubelianos | |
|--|--|
| Domínios de Aprendizagem Significativa | Domínios referentes à construção de aprendizagem onde estão inclusos: o domínio do pensamento; o domínio sentimental; o domínio de atuação ou do agir; o domínio consciente e o domínio contextual. |
| Variáveis de Aprendizagem | Aspectos Ausubelianos que sofrem modificações ao longo do processo de aprendizagem em virtude do que foi programado inicialmente. Ou seja, um exemplo, é a estrutura cognitiva do aluno que sofre mudanças durante a aprendizagem significativa. |
| Princípios de Aprendizagem | Referem-se as fundamentações teóricas que norteiam as modificações na estrutura cognitiva de acordo com a aprendizagem significativa. Os exemplos teóricos são a reconciliação integrativa e diferenciação progressiva que juntos podem ser interpretados “como princípios programáticos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa.” (MOREIRA, 1997, p. 37) |
| Critérios de Aprendizagem | São fontes pertencentes as variáveis de aprendizagem que sofrem alterações progressivas e servem para indicar qual o melhor caminho a seguir ao longo do processo de aprendizagem de acordo com a TAS. |
| Indicadores de Aprendizagem | Os indicadores revelam, através de métodos avaliativos, a quão significativa está a aprendizagem do aluno. |
| Os Itens de Aprendizagem | É a maneira prática de coleta de dados feita |

| | |
|--------------------------|--|
| | seja através de diálogo entre aluno e professor, com uso de MAPS, observações do docente entre outros meios que concretizem a aprendizagem significativa e mostre os indicadores. |
| Os Formatos de Avaliação | São os instrumentos utilizados para avaliar se a ancoragem de novos conceitos se fez de forma significativa. Neste tópico não há restrições de como deva ser feita a avaliação. Apenas não se limitar aos meios avaliativos tradicionais e que o método escolhido se baseie na TAS, onde tais elementos citados acima sejam levados em consideração. |

Fonte: Elaborada pelo autor seguindo os dados do artigo de Flores-Espejo (2018)

Os elementos supracitados interagem para formar uma aprendizagem significativa assertiva e comprovadamente efetiva. Porém, para este trabalho daremos destaque às **variáveis de aprendizagem**, que, de acordo com Flores-Espejo (2018) são listadas em três, e são consequências da TAS. Primeiramente temos a **estrutura cognitiva**, ou seja, o ambiente no qual ocorre a ancoragem de novas informações através dos subsuportes. A segunda variável é a **utilização de MAPS**. Aqui destacamos os materiais tátteis sensoriais (MTS) que serão melhor descritos nas próximas seções, usados como instrumentos de assimilação conceitual para o ensino e aprendizagem significativa, este material tático sensorial compõe uma etapa importante do processo das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que “são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, [entre 2019 e 2021], p. 2). Além disso, os MTS podem ser usados como indicadores de aprendizagem e como critério avaliativo. A última variável diz respeito a uma **predisposição do aluno** em aprender os conteúdos abordados. Neste ponto, em relação a esta última variável, é importante destacar a sua composição dentro do domínio do pensamento, segundo Flores-Espejo (2018). Contudo, podemos ir além e incluir esta mesma variável dentro do domínio sentimental, pois o estado emocional, psicológico, afetivo, entre outros, também influenciam a forma como o aluno tende a aprender assim como a metodologia usada pelo docente em sala de aula.

5 MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS

5.1 Normativas educacionais

Concomitante à TAS de Ausubel, outros pontos importantes devem ser destacados e compreendidos acerca do ensino e aprendizagem. Neste sentido, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e a lei nº 13.146, denominada estatuto da pessoa com deficiência, apresentam dentre seus artigos pontos importantes nos quais destacamos os artigos 205 e 206 da Constituição, e seus incisos, referentes à universalização do acesso à educação e o incentivo da igualdade.

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;

IV - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;

IX - garantia do direito à educação e à aprendizagem ao longo da vida.

Ou seja, ter uma educação universal, gratuita, de qualidade e que garanta uma ótima aprendizagem a qualquer pessoa, seja ela com alguma deficiência ou não, tem como objetivo reduzir as disparidades, e isto não é somente essencial, é obrigatório. É neste sentido, dentre as pluralidades de demandas dos alunos do Ensino Médio e as especificidades que cada aluno apresenta em sala de aula, que estas medidas precisam ser postas em prática de acordo com a realidade que cada Estado tem de sua educação.

Já o capítulo IV, referente ao direito à educação, da lei nº 13.146 destaca-se o artigo 28, inciso V, que diz: “adoção de medidas individualizadas e coletivas em ambientes que maximizem o desenvolvimento acadêmico e social dos estudantes com deficiência, favorecendo o acesso, a permanência, a participação e a aprendizagem em instituições de ensino”. Portanto, adotar medidas através de atividades que façam os alunos interagir e assimilar os conteúdos de forma a favorecer seu progresso acadêmico, é necessário para se ter

unicidade e equilíbrio entre os alunos e o conteúdo ministrado. Essa é a atitude que o docente em Física deve ter ao longo da preparação e ministração de suas aulas no Ensino Médio.

No mesmo artigo 28, da lei nº 13.146, o inciso VI diz: “pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de tecnologia assistiva”. Ou seja, todos os materiais didáticos que o professor possa utilizar, ou até mesmo construir, a fim de facilitar e ajudar na aprendizagem de seus alunos devem, sempre que possível, ser usados. Há muitos instrumentos e métodos que podem ser utilizados, e em destaque neste trabalho estão os Materiais Táteis Sensoriais, pois seu uso em situações-problema desenvolve nos alunos habilidades como:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (BNCC, 2018, p. 545)

Neste ponto, é necessário destacar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passa por um momento de transição, portanto ela ainda não foi completamente implementada, pois ainda há livros e escolas que fazem uso do formato de ensino anterior. Além disso, o *status* atual de homologação da BNCC tem gerado muitas críticas a etapa do Ensino Médio. Para o doutor em Educação, Gabriel Grabowski,

Há um forte risco de que o ensino médio seja desqualificado ainda mais devido à extinção de disciplinas nesta fase de formação dos jovens, que precisam, sim, de disciplinas científicas como Física, Química, Biologia, Sociologia, História e outras para desenvolver uma base científica na sociedade brasileira. (Grabowski, p.2, 2018)

Apesar das críticas, atualmente, esse é o currículo ao qual o Ensino Médio está submetido. Portanto, será através desta BNCC que fundamentaremos, nos próximos capítulos, a sequência didática e o plano de aula criados por este trabalho.

5.2 Importância no processo de Ensino e Aprendizagem

De acordo com o Censo da Educação Básica do Estado do Rio de Janeiro (2019), houve um aumento de 37,3% nas matrículas para a Educação Especial, na comparação entre os anos de 2015 e 2019. Contudo, quando comparados os mesmos anos para o Ensino Médio,

o crescimento salta para 104%. Estes aumentos, infelizmente, não acompanham a estrutura do sistema educacional brasileiro, pois se selecionarmos a faixa etária de 4 a 17 anos, no número de estudantes que estão matriculados em classes comuns e sem acesso a um atendimento especializado, entre 2015 e 2019, houve um aumento de 4% desses alunos. Já para aqueles que têm o acesso a uma educação especializada, o aumento foi de apenas 3,3%. Isso indica os desafios a serem enfrentados, todos os anos, pelos órgãos responsáveis pelas políticas educacionais, assim como pelos professores que estão na linha de frente do processo educacional.

Devido a esta demanda educacional, e baseado em uma perspectiva Ausubeliana, percebemos um caminho com a utilização dos MTS como um material adequado a uma aprendizagem potencialmente significativa, que traz benefícios importantes aos alunos, principalmente aos deficientes visuais, “pois pode influenciar sua estrutura cognitiva, assim como a sua prática, uma vez que permite o esclarecimento, estabilização e aumento da força de dissociação dos significados emergentes na estrutura cognitiva, que então servirá como âncora para novos significados.” (FLORES et al., 2013, p. 47).

Uma característica importante dos MTS é a analogia que podemos fazer com os materiais didáticos experimentais, que normalmente são usados em laboratórios de Física, pois estes “são organizados para mostrar o conteúdo disciplinar, teórico e metodológico, de forma não-arbitrária, razoável e plausível, de modo que seu conteúdo é potencialmente significativo” (FLORES et al, 2013, p. 47) e, portanto, trazem um significado lógico acerca do tema abordado. Porém, será através da estrutura cognitiva dos alunos que os subsunções, ao se modificarem, segundo Flores et al. (2013), tornarão esta significação lógica em algo real, ancorando assim a nova informação. Assim, baseado nesta premissa, os MTS têm um papel importante dentro de sala de aula, pois seu uso pode abranger diversas áreas do conhecimento, como Física, Biologia, Astronomia, Química, entre outras. Sua utilização e aplicação em sala de aula têm sido propícias, e os resultados obtidos mostram-se relevantes, quando temos como princípio a aquisição e ancoragem de novas informações pelos alunos em suas estruturas cognitivas. Por este motivo, existem alguns trabalhos em desenvolvimento sobre os MTS, mostrando sua importância para o ensino e aprendizagem significativa.

5.2.1 Projeto Universo Acessível

Um projeto de extensão intitulado “Universo Acessível”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), coordenado pela professora Sílvia Lorenz Martins, vem sendo desenvolvido em parceria com o Instituto Benjamin Constant⁵ (IBC). O projeto reúne um grupo de alunos de variados cursos de graduação, tais como Terapia Ocupacional, Astronomia e Matemática, que desenvolve MTS de Astronomia. Nesses materiais encontramos, por exemplo, a construção da Lua tátil, além de cadernos táteis que abordam o mesmo tema, com a finalidade de democratizar o acesso dos conteúdos de Astronomia, pois dentro desta temática a falta de material didático adaptado é enorme. Por conta disso, os discentes da UFRJ constroem os MTS com matéria prima de fácil acesso e manipulação, como isopor e papel machê, por exemplo. Além disso, os profissionais do IBC fazem uma excelente revisão do material criado, pois “como usuários, opinam a respeito do material produzido, sugerindo (ou não) alterações.” (MARTINS et al, 2020, p. 72).

Para testar a eficácia do material tátil foram feitas apresentações em turmas do 6º e 7º ano do IBC, com alunos cegos e com baixa visão da faixa etária entre 12 e 22 anos. Com uma contextualização prévia sobre a Lua e o uso de questionários, seguindo devidamente os trâmites legais, através do comitê de Ética, constatou-se que, além da falta de materiais adaptados para a Astronomia, “houve grande interesse de alguns alunos em seguir a carreira científica” (MARTINS et al, 2020, p. 77). Isso mostra o quanto podemos ensinar, incentivar, motivar e possibilitar que os alunos tenham autonomia. Inclusive, a forma como o material chega nas mãos dos alunos, com as devidas retificações e estando de acordo com suas respectivas especificidades, como exposto na imagem 3, mostra a sua eficácia através do retorno extremamente positivo e gratificante que os professores recebem em sala de aula.

⁵ O Instituto Benjamin Constant é um órgão ligado ao Ministério da Educação sendo referência nacional na área da deficiência visual. (Constant, Instituto Benjamin. O IBC. 21 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/o-ibc>>. Acesso em: 25 jul. 2020)

Imagen 3 - Reprodução da Lua em exibição no Instituto Benjamin Constant



Fonte: Divulgação/Universo Acessível

5.2.2 Projeto Micro no Tato

Outro projeto que envolve os MTS é o “Micro no Tato”, que foi criado pela Dr^a Gabriele Vargas Cesar, Microbiologista e Imunologista formada pela UFRJ, Mestre e Doutora em Ciências Biológicas pela mesma universidade. Este projeto, que também tem parceria com o IBC, consiste em impressões 3D com legenda em Braile a partir de imagens microscópicas de vírus, de fungos e de bactérias, que fazem parte do tema “Descobrindo Microrganismos”. Além disso, existe uma outra atividade, que também envolve as impressões em 3D, sobre “Oswaldo Cruz e Vacinas”. Todas essas propostas dentro do projeto têm o intuito de levar o conhecimento da microbiologia para as salas de aula de forma contextualizada, inclusiva e com o uso da multissensorialidade. Esse novo aspecto é importante, na medida em que, incluindo o projeto “Universo Acessível”, anteriormente citado, os materiais didáticos adaptados para este tema também são insuficientes para que ocorra um ensino significativo e de qualidade. Portanto, é neste viés que o “Micro no Tato” se torna extremamente importante para preencher essas lacunas no ensino.

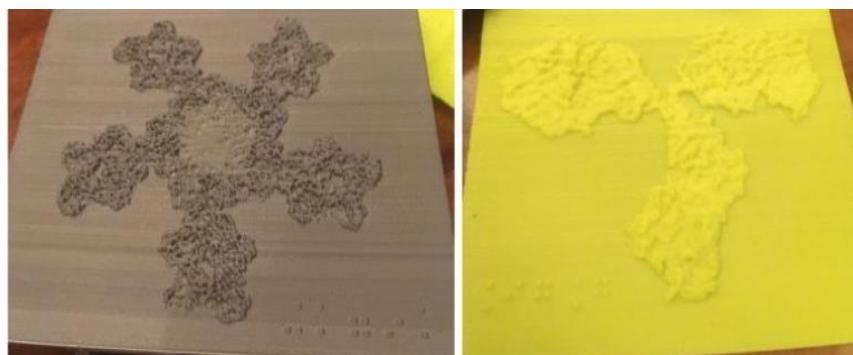
Há uma dificuldade, no entanto, para a implementação da atividade, já que a impressão em três dimensões não é algo barato a ser feito, e se produzirem muitas impressões sobre cada assunto, para que os alunos possam levar para casa a fim de estudar, é economicamente inviável. Assim sendo, as impressões são utilizadas apenas como

instrumentos que auxiliam os professores na apresentação dos conteúdos em sala de aula. O questionamento de como os alunos vão poder estudar em casa faz com que a presença desses materiais de fácil acesso ajude a ampliar este projeto, pois os próprios alunos podem reproduzir seus MTS usando um material flexível e de fácil manuseio, como, por exemplo, a massa de E.V.A. Este produto, ao entrar em contato com o ar endurece e toma a forma desejada, se constituindo num material bastante usado e bastante difundido nas áreas de artesanato por conta da sua aplicabilidade. A partir daí os alunos têm a oportunidade de interagirem com o material, levá-lo para suas casas e podem estudá-lo quando quiserem.

Uma outra proposta de atividade dentro do tema “Oswaldo Cruz e Vacinas” é a impressão em 3D, mostradas na imagem 4, das imunoglobulinas IgM e IgG. Estes são os tipos de exames sorológicos mais comuns e mais comentados nos meios de comunicação. Mas o que são IgM e IgG?

IgM positivo significa que a pessoa possui anticorpos do tipo imunoglobulina M, e daí se deduz que ela já foi exposta e está na fase ativa da doença havendo a possibilidade do microrganismo estar circulando no paciente naquele momento. Um resultado positivo para IgG pode indicar que a pessoa está na fase crônica e/ou convalescente ou já teve contato com a doença em algum momento da vida.⁶

Imagen 4 - Impressão em três dimensões das imunoglobulinas IgM e IgG



Fonte: Reprodução/Mulheres na Ciência

Portanto, a impressão deste MTS vem em uma hora muito importante, pois está sendo através dele que os alunos do IBC estão aprendendo como são realizados um dos testes para se diagnosticar se uma pessoa tem, ou já teve, contato com algum tipo de vírus. Ser

⁶ (PONTE, Gabriella. O que é IgG e IgM? Bio-Manguinhos, Fiocruz, 03 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/1739-o-que-e-igg-e-igm>>. Acesso: 26 jul. 2020)

possível explicar de forma didática e significativa este tema, principalmente neste período de pandemia do COVID-19⁷ que estamos passando, tornou-se fundamental no ensino a aprendizagem dos alunos.

Com este conjunto de projetos é possível perceber a importância dos materiais táteis no ensino e aprendizagem significativa dos alunos e quão relevantes eles são para a ministração de uma disciplina na escola. O MTS ajuda a melhorar o ensino e aprendizagem dos alunos, principalmente aqueles com a deficiência visual, pois sendo sua aplicação feita de forma coerente com as especificidades da turma e baseadas na TAS, formará um aprendizado significativo que, de acordo com Flores-Espejo (2018), produzirá habilidades e competências nos alunos, fazendo-os conquistar sua autonomia. Este fator de autonomia que esses estudantes obtêm quando fazem o uso desses materiais são descritos pela própria Dr.^a Gabriele, no relato de suas experiências em que aplicou seus materiais em sala de aula. Localizado no site Mulheres na Ciência⁸, ela conta com surpresa e felicidade o retorno que os alunos lhe deram acerca dos materiais utilizados.

Após a primeira aula da primeira turma, eles fizeram uma redação surpresa para mim sobre o que aprenderam. Não preciso nem dizer que eu desmontei de emoção em sala de aula! Eles haviam entendido tudo o que expliquei! E pensei: Funciona!

A outra grande surpresa foi quando na última aula da primeira turma, eles já estavam “lendo” a placa sem o meu guia! Funciona e eles podem ter autonomia!⁹

6 OBJETIVOS

Nas discussões apresentadas destacamos os problemas enfrentados por Professores e alunos do Ensino Médio ao longo do processo de ensino e a aprendizagem significativa e inclusiva. Além disso, compartilhamos que os materiais táteis sensoriais são importantes e

⁷ O novo Corona Vírus (SARS-COV-2) foi identificado no final de 2019. Com uma alta taxa de transmissão, se disseminou de forma rápida através do ser humano causando uma pandemia.

⁸ O site Mulheres na Ciência é mantido e atualizado por uma equipe de cientistas mulheres com o intuito de oferecer relatos, textos, notícias e principalmente divulgação científica feita por mulheres.

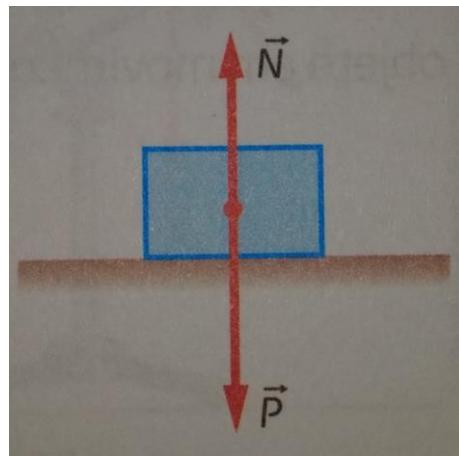
⁹ (CESAR, Gabriele Vargas. Micro no Tato: O Ensino de Microbiologia com impressão 3D e Braille, Mulheres na Ciência, 11 dez. 2019. Disponível em: <https://mulheresnaciencia.com.br/micro-no-tato-o-ensino-de-microbiologia-com-impressao-3d-e-braille/>. Acesso em: 03 set. 2020)

necessários dentro de sala de aula para auxiliar os professores e, principalmente, ajudar os alunos a apreenderem os conteúdos de física de forma significativa. Portanto, neste trabalho temos por objetivo analisar e traçar estratégias metodológicas baseadas na TAS que possam auxiliar alunos e professores de Física no Ensino Médio. Nesse sentido pensamos em uma proposta de ensino focada no uso de UEPS, além da confecção de um Material Tátil Sensorial (MTS) a ser apresentado em sala de aula e que possa apoiar o professor na sua prática pedagógica. Entre ideias e pesquisas tanto para a UEPS quanto para o MTS, o tema abstrato escolhido está inserido dentro da Mecânica Newtoniana, denominado Diagrama de Corpo Livre (DCL).

7 DIAGRAMA DE CORPO LIVRE

O DCL é uma representação esquemática de todas as forças que atuam sobre um objeto ou um corpo. Sua construção auxilia tanto no entendimento dos conceitos, quanto na resolução de problemas relacionados à Mecânica Newtoniana. Em contrapartida, compreender esses esquemas requer um nível mais alto de abstração, quando tomamos por premissa a estrutura cognitiva dos alunos. Por conta disso, a diagramação das forças, sejam elas, par ação-reação, força peso, força normal, força de atrito, entre outras, causam uma certa confusão na percepção dos alunos, pois a construção do DCL é deveras abstrata. Um exemplo disso é fazê-los entender que “[...] a força de atração da Terra sobre os objetos situados próximo à sua superfície [...] é denominada peso do objeto” (LUZ e ÁLVARES, 2013, p. 96) e esta força não é um par ação-reação com a força normal (N). Portanto, algumas confusões são notadas logo no início da explicação do tema, assim como na correção dos exercícios, onde há erros comuns como colocar direção e sentido das forças de forma equivocada. Além do mais, toda esquematização do DCL é usualmente feita a partir da contínua reprodução das figuras encontradas nos livros didáticos de Física, como por exemplo da imagem 5 abaixo.

Imagen 5 - Representação das forças atuando sobre um bloco



Fonte: LUZ e ÁLVARES, 2014, p. 109

Essa representação é uma forma prática e simples de representar as forças que atuam sobre um corpo, pois auxiliam nas analogias com outros objetos de tamanhos e formas diferentes e que estão presentes na realidade dos alunos. Porém, para um aluno com deficiência visual essa não é a forma mais prática e simples, pois essas representações meramente visuais se tornam uma barreira a mais a ser transposta, além de tornar a abstração algo mais complexo para estes alunos. Portanto, é importante que os docentes em Física tentem ao máximo, em suas aulas expositivas, fazer com que tópicos da disciplina que usualmente necessitem usar representações estáticas e visuais possam ser compreendidos e ministrados aos alunos de formas diferentes, de modo a atender todas as especificidades da turma.

8 PROPOSTA DE UMA UEPS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com base nos estudos apresentados por Moreira [entre 2019-2021] e Flores-Espejo (2018), a fim de se afastar ainda mais do modelo de aprendizagem mecânica, uma contribuição seria a proposta de uma sequência didática, baseada na TAS de Ausubel, chamada de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS), já citada anteriormente. Esta proposta fornece as ferramentas necessárias para atingir os propósitos que o tema abordado, dentro da disciplina, exige.

Pensando nisso, será descrito abaixo uma UEPS sobre o DCL, seguido de um roteiro e plano de aula sobre o mesmo tema. Posteriormente, será mostrado o passo a passo da construção do MTS. Em destaque, alguns aspectos da UEPS, de acordo com Moreira:

- **Qual o objetivo a ser alcançado com a criação dessa UEPS?**

Compreender o tema abordado, onde os conteúdos teóricos serão entendidos e avaliados de forma significativa, através do uso de um material tátil sensorial.

- **Material de Aprendizagem Potencialmente Significativos (MAPS)**

Uso de materiais pré-adaptados como textos audiodescritos ou em Braille, uso de kits didáticos multissensoriais como os MTS construídos a partir do tema que será ministrado.

- **Indicadores prévios de aprendizagem**

Revisar os conceitos de vetores, conceito de força e medida de força, direção e sentido do vetor força, analogias com objetos presentes no cotidiano dos alunos.

- **Situação – problema**

Discussão sobre o DCL presentes em acontecimentos reais, fomentando hipóteses que despertem a atenção e motivação dos alunos.

- **Conteúdo Disciplinar**

Conhecimento Teórico: Força, conceito de força, relação da força peso com a Terra, medida de força, Primeira Lei de Newton, resultante de forças, condições de equilíbrio de uma partícula, equação de equilíbrio, Terceira Lei de Newton, força de atrito estático e cinético, Segunda Lei de Newton, vetores força e aceleração, equação da segunda lei de Newton, unidades de medida de força e massa no SI, aplicação da segunda lei tanto em um único objeto quanto em sistemas compostos (Competências Específicas 2 e 3 da BNCC);

Habilidades envolvidas: identificação das forças que atuam sobre corpos e objetos, sentido e direção das forças que influenciam nos sinais matemáticos, analogias reflexivas desses processos no cotidiano, uso em laboratórios de Física I. (EM13CNT204, EM13CNT301, EM13CNT302, habilidades descritas na BNCC)

Atitudes: “atitude de aprendizagem, relação com o grupo, autonomia, responsabilidade, tomada de decisões, sentimentos e emoções no contexto de aprendizagem.” (FLORES-ESPEJO, 2018, p. 23)

- **Instrumentos facilitadores da Aprendizagem Significativa**

Abordagem inicial do conteúdo mostrando sua organização desde a mais geral até a mais específica, organização conceitual hierárquica do conteúdo, desenvolvimento progressivo do conteúdo e atividades de complexidade crescente. (FLORES-ESPEJO, 2018, p. 24)

- **Atividades de reforço da aprendizagem significativa**

O DCL pode ser desenvolvido seguindo os três domínios a seguir:

Cognitivo: Exercícios do mais geral ao mais específico sobre força em objetos, interação e interpretação do MTS, estudo dirigido acerca de situações problemas envolvendo o DCL, apresentação oral, questionamentos guiados a fim de exercitar o pensamento crítico;

Atitudes: Trabalho em grupo, socialização através de discussões recíprocas sobre as Leis de Newton e suas derivações dentro da física como as forças, equações matemáticas, o equilíbrio entre corpos, manipulação e teste do MTS;

Procedimental: Elaboração de hipóteses, análise e apresentação das respostas acerca dos questionamentos levantados em sala de aula, seminários com variações do DCL (plano inclinado, uso de roldanas), trabalho de pesquisa de como adaptar outros temas da Física baseando-se no material tátil apresentado.

- **Teorias de Aprendizagem bases**

Teoria base: Teoria de Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel.

- **Avaliação: Combinado em Formativa e Somativa**

Resumos, questionários, análise das respostas dos alunos após a manipulação do MTS, seminários entre outros, desde que pautadas sobre uma perspectiva construtivista da TAS.

- **Duração**

A duração varia de duas a três aulas. Este tempo tem que estar de acordo com o plano de aula desenvolvido pelo docente e com o projeto político pedagógico da Escola. Este tempo compete ao Professor completar o conteúdo e avaliar o nível de aprendizagem dos alunos.

A descrição feita abaixo segue o modelo base de roteiro para que possa servir de orientação ao docente quanto a contextualização e ao uso de um MTS em sala de aula. As devidas mudanças e adaptações ficam a critério do professor. No caso deste trabalho, o roteiro foi desenvolvido a partir do MTS, onde é abordado o tema Diagram de Corpo Livre (DCL).

8.1 ROTEIRO PARA MATERIAIS TÁTEIS SENSORIAIS (KIT DIDÁTICO)

1. Elaborar uma aula prática;
2. Contextualizar a fenomenologia e/ou tema da Física que será abordado em sala (descrevendo com detalhes as representações e esquemas utilizados);

3. Levantar questões pertinentes para os alunos acerca do que acabou de ser ministrado;
4. Apresentar o MTS (kit didático) como uma complementação significativa do tema;
5. **Título do Kit (MTS):** Nomear o material utilizado;
6. **Material utilizado:** Deixar os alunos cientes da composição do material;
7. **Procedimento:** Descrever detalhadamente o funcionamento do material permitindo que os alunos manuseiem o kit;
8. **Prática:** Estimular a participação dos alunos através de questionamentos e hipóteses físicas através do uso do material;
9. **Reflexão:** Orientar as discussões entre os alunos pedindo que apresentem suas opiniões sobre a prática realizada;
10. **Conclusão:** Apresentar as respostas corretas dos questionamentos feitos.

8.2 ROTEIRO PARA MATERIAL TÁTIL SENSORIAL (DCL)

1. Vide plano de aula
2. Vide plano de aula
3. Vide plano de aula
4. Este é um Material Tátil Sensorial. Este material ajudará a compreensão dos esquemas abordados, porém de uma forma prática, significativa e multissensorial;
5. Este é o Diagrama de Corpo Livre;
6. Ele é composto, assim como descrevemos no quadro, de dois blocos de dimensões diferentes feitos de papelão e cobertos de jornal que estão devidamente identificados com letras grande A e B do alfabeto convencional, cada bloco tem cores diferentes sendo o bloco A de cor amarela e o bloco B de cor laranja. Cada bloco apresenta cortes retangulares em suas faces para o encaixe dos vetores. Já os vetores que também são feitos de papelão apenas, estão identificados tanto com a grafia convencional quanto na grafia braille.
7. Manuseiem o material e percebam como os vetores se encaixam. A ideia é que através de perguntas que eu fizer a vocês (alunos). Vocês possam interagir e identificar as forças que atuam sobre os objetos (blocos). Por exemplo, um bloco está em repouso sobre esta superfície que é a mesa, certo? Que forças estão agindo sobre este objeto? (fazer este exemplo com os alunos);

8. Em seguida levantar mais questionamentos, mas agora deixando eles (alunos) serem os protagonistas e levantarem as hipóteses necessárias através da manipulação dos objetos (blocos e vetores);
9. Ser um orientador aos alunos pedindo que eles se expressem, incentivando-os e sempre fornecendo o caminho correto a ser seguido através da investigação do MTS.
10. Escolher as melhores hipóteses, corrigindo-as de forma didática e fornecer as respostas corretas através da investigação do MTS feita em sala de aula.

8.3 Plano de Aula

Este plano de aula refere-se à elaboração de uma aula tendo como base a Teoria de Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel, concomitante ao uso de um material tátil sensorial e relacionada com a BNCC. O plano foi desenvolvido para aplicação em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de um colégio fictício chamado Colégio Estadual Ausubel Antônio Moreira e nesta turma há alunos com deficiência visual.

| |
|--|
| Instituição de Ensino: Colégio Estadual Ausubel Antônio Moreira |
| Professor (a): Eduardo Viana de Souza |
| Duração da atividade: 50 min |
| <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental <input checked="" type="checkbox"/> Ensino Médio <input type="checkbox"/> Ensino Superior |
| Série ou Período: 1º ano do Ensino Médio |
| Conteúdos: Leis de Newton - Diagrama de Corpo Livre |
| Disciplinas envolvidas: Física |

Objetivos

| |
|--|
| Objetivo Geral |
| • Compreender de forma prática relação das forças que atuam nos corpos. |
| Objetivos específicos: |
| • Revisar os conceitos de vetores; • Compreender o conceito de força e medida de força. |

Conteúdos

- Revisão de vetores;
- Conceito e medida de força;
- Primeira Lei de Newton;
- Força resultante;
- Terceira Lei de Newton;
- Força de Atrito
- Situação problema: “Dois objetos parados sobre uma superfície estão em contato. Quais as forças que atuam sobre estes objetos?”

Metodologia

A aula será prática, fazendo uso de um conjunto de materiais tátteis sensoriais (kits didáticos), multissensoriais com legenda em braile do Diagrama de Corpo Livre que foram montados previamente para revisão e apreensão dos conceitos físicos relacionados as Leis de Newton. Toda a turma poderá manusear os kits, ou seja, se possível ter mais de um MTS a fim de atender um número maior de alunos ao mesmo tempo. E assim, entender seu funcionamento através de uma investigação orientada pelo professor, além de responder aos questionamentos feitos em sala através do uso do material. Com esta dinâmica o intuito é fixar o conteúdo abordado em sala.

Recursos

- Quadro (giz/caneta)
- Material Tátil Sensorial com legenda em Braille

Avaliação

- Análise da interação dos alunos com o MTS;
- Estudo dirigido com questionários sobre o tema;
- Exercícios

Bibliografia

- Física Contexto & Aplicações: Ensino Médio/ Antônio Máximo Ribeiro da Luz, Beatriz Alvarenga Álvares. – 1 Ed. – São Paulo: Scipione, 2013. Obra em 3 v.
- Flores Espejo, Julia & Flores, Julia. (2018). Evaluación Del Aprendizaje Significativo Con Criterios Ausubelianos Prácticos. Un Aporte Desde La Enseñanza De La Bioquímica Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Caracas

Com a UEPS desenvolvida, roteiro e plano de aula prontos, partimos para a elaboração do MTS. Nas pesquisas realizadas nos livros de Física do Ensino Médio, os exemplos e exercícios de Mecânica Newtoniana que envolvem o uso do DCL sempre são abordados através de desenhos, figuras e fotos que ajudam os alunos videntes a terem a noção do que está sendo descrito nos enunciados. Porém, essa abordagem do conteúdo de forma indissociável de representação visual não ajuda um aluno cego, por exemplo. Isso é um problema, já que o intuito é ter um aprendizado uniforme e que todos os alunos se beneficiem da metodologia e dos materiais didáticos utilizados. Portanto, propomos a criação de um kit multissensorial do DCL com o qual o professor possa trabalhar os conteúdos desse tema, assim como usar as ideias aqui expostas para adaptar outros materiais e também criar materiais próprios de conteúdos da Física mais avançados sempre tendo como base a TAS.

Neste projeto foram utilizados materiais que possibilitassem aos docentes uma confecção fácil e de boa durabilidade. Os materiais podem ser encontrados em casa, nas papelarias e também de forma online. Neste caso a internet foi utilizada para a compra da reglete e punção, pois é um material mais específico, e também para o download dos moldes e do software gratuito que possibilita a conversão da grafia usual para a grafia Braille de forma mais simples e rápida. A lista dos materiais se encontra na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Lista de materiais utilizados para produção do MTS

| Material | Quantidade |
|---|------------|
| Papelão (caixa de papelão) | 2 |
| Tesoura/Estilete | 1 |
| Jornal, cola escolar (adesivo pva), cola instantânea e água | * |
| Lixa | 1 |
| Tinta guache (Cores: laranja, amarelo e preto) | 3 |
| Pincéis | 2 |
| Papel com gramatura (180g) | 2 |
| Reglete e punção | 1 |

| | |
|--|-----------|
| Software para escrita em braille | 1 |
| Total | 13 |
| <i>* Não há uma quantidade exata para o uso desses materiais. Eles foram usados de acordo com a necessidade.</i> | |

Fonte: Elaborada pelo autor

8.4 Representação Vetorial (Forças)

A representação vetorial das forças foi feita usando como matéria-prima o papelão, pois este apresenta textura, maleabilidade e durabilidade. Sua confecção seguiu um molde previamente elaborado que pode ser feito de forma manual ou digital. Neste projeto usamos a forma digital, com o auxílio de um editor de texto que normalmente já tem em seu layout o ícone de seta. A partir daí fizemos um molde de tamanho único. Contudo sabemos que as intensidades das forças variam de acordo com cada objeto/situação. Portanto, o tamanho do vetor muda em cada caso. Porém, para facilitar e agilizar a construção do material, e também para manter um padrão na escrita braille, optamos por um modelo de único tamanho para que estas características pudessem ser atingidas.

Como a seta é a junção de duas formas geométricas, um triângulo e um retângulo, sugerimos as seguintes medidas de acordo com a tabela 3 abaixo.

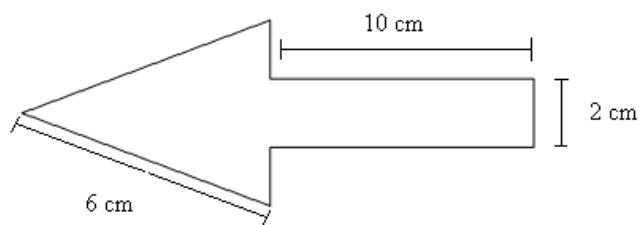
Tabela 3 - Modelo de medidas para os vetores força

| | | |
|------------------|--------------------|---------------|
| Triângulo | Lados: 6 cm | |
| Retângulo | Comprimento: 10 cm | Largura: 2 cm |

Fonte: Elaborada pelo autor

Seguindo tais medidas, o molde digital fica da seguinte maneira, representada na figura 3.

Figura 3 - Representação digital do vetor força

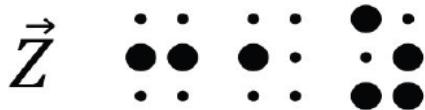


Fonte: Elaborada pelo autor

Nos livros didáticos a identificação dos vetores força é feita com a escrita usual, identificando os vetores por letras. Contudo, para os alunos com deficiência visual é necessário identificar as forças utilizando a grafia do alfabeto Braille. Como já citado anteriormente, a grafia do alfabeto Braille é usada em diversas áreas do conhecimento, com os devidos ajustes, e como a representação das forças é uma associação de letras e símbolos, se faz necessário consultar a forma em Braille contida no livro Código Matemático Unificado Para a Língua Portuguesa (2006).

No livro, é feita a representação indicativa de seta usando duas celas antes da cela referente a letra. A primeira cela é marcada nos pontos 2 e 5, a cela seguinte apenas o ponto 2 e a terceira cela os pontos 1, 3, 5 e 6, que representam a letra Z do alfabeto. Logo, essa combinação forma o vetor Z como é indicado na figura 4 abaixo.

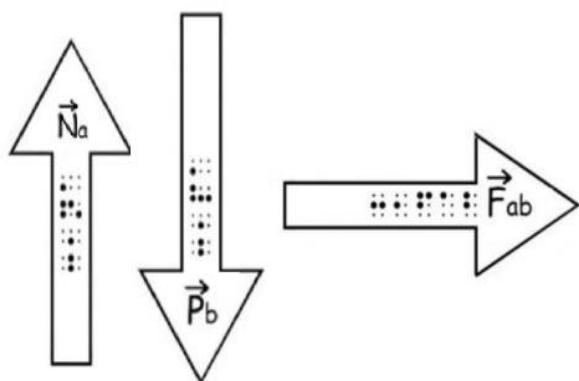
Figura 4- Representação do vetor na grafia Braille em tinta



Fonte: Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa, 2006, p. 79.

A próxima etapa é colocar a escrita dos vetores no corpo das setas feitas digitalmente, como demonstrado na figura 5, para termos noção de como a grafia usual e em Braille ficaram distribuídas. Note que usamos as forças Normal (N), Peso (P) e Força de “a” em “b” (F_{ab}) como exemplo para que outras forças sejam feitas da mesma maneira de acordo com o planejamento de aula do Professor.

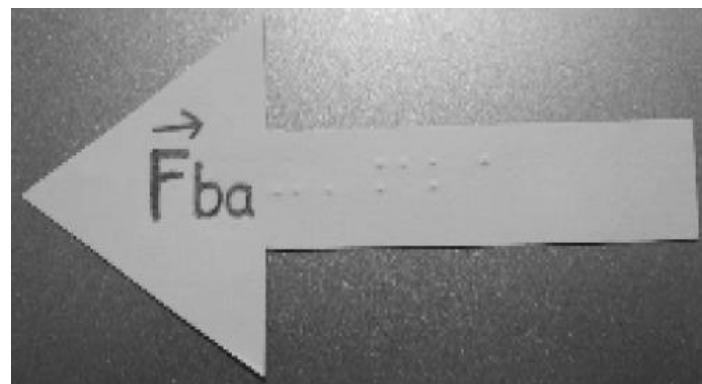
Figura 5- Representação vetorial com grafia usual e a grafia braile em tinta



Fonte: SOUZA e FERREIRA, 2019, p. 11

Em seguida, em um papel de gramatura 180g, são feitos os recortes de acordo com o tamanho do vetor feito de papelão. Ademais, identificamos com a grafia usual os vetores, e para o Braille contamos com o auxílio do software Braille Fácil¹⁰ e da reglete e punção para a localização e marcação dos respectivos pontos na folha, como mostra na imagem 6. Por conseguinte, serão feitos os recortes e a fixação desse papel, com a escrita nos respectivos vetores feitos de papelão e desta forma será finalizado esta etapa do projeto.

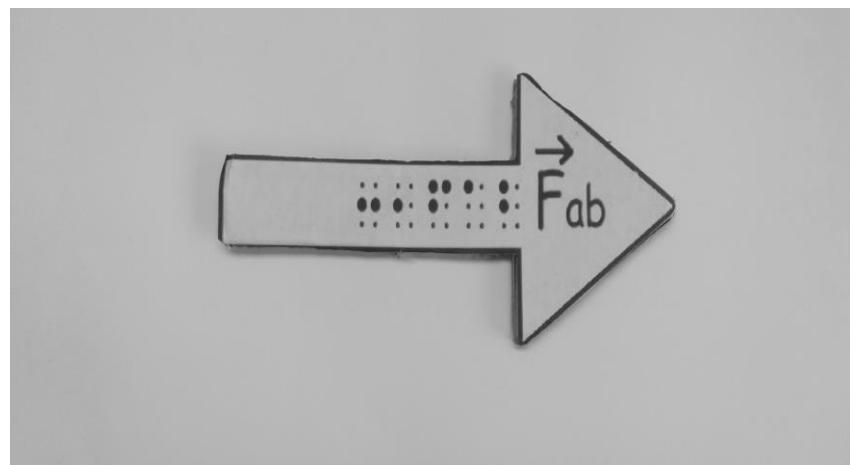
Imagen 6 - Vetor força (Fba) escrito com a grafia usual e em braille



Fonte: SOUZA e FERREIRA, 2019, p. 12

Uma observação necessária deve ser feita, pois, para orientar melhor o leitor onde os pontos em relevo da grafia Braille estão indicados neste trabalho, foi feita a impressão da escrita do Braille, assim como a escrita usual em tinta como mostra a figura 7.

Imagen 7 - Representação da escrita braille em tinta no vetor força (Fab)



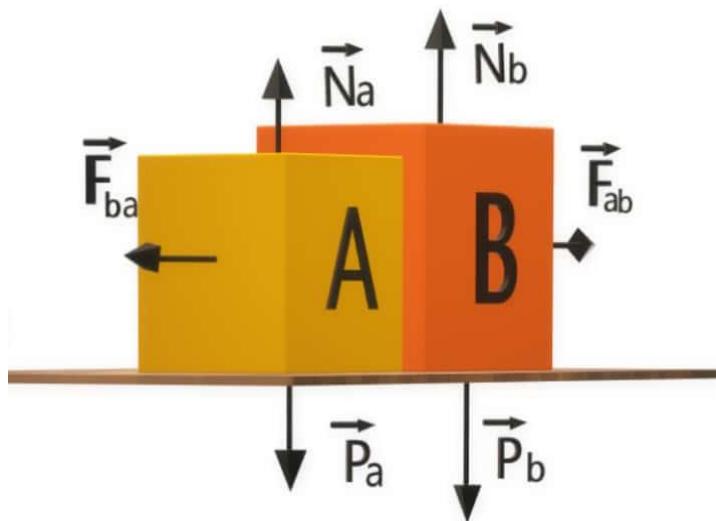
Fonte: Elaborada pelo autor

¹⁰ O Braille Fácil é um programa desenvolvido para transformar textos de grafia usual em braille de forma rápida. É um produto da NCE/UFRJ.

8.5 Cubos

Com base nas análises feitas e seguindo o mesmo padrão da confecção dos vetores força, foi utilizado um software (Paint 3D) para construção digital dos cubos, como demonstrado na figura 6 abaixo, para que o projeto inicial tome forma. Com a utilização do software podemos modificar o tamanho dos vetores, as cores e outros detalhes, quantas vezes forem necessárias para chegarmos a um resultado satisfatório daquilo que construiremos fisicamente, pois dessa maneira agilizamos a construção do MTS e também minimizamos falhas como, por exemplo, o recorte equivocado da posição dos vetores.

Figura 6 - Montagem digital feita no Paint 3D



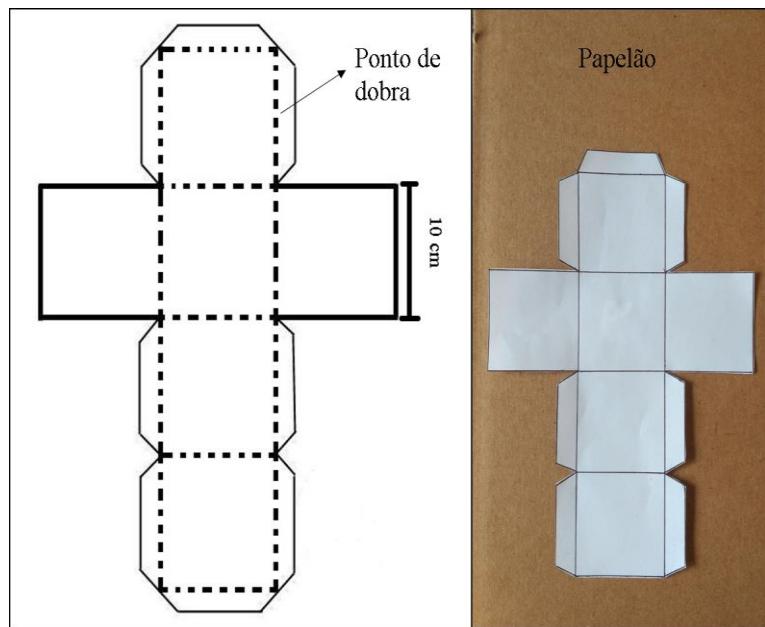
Fonte: SOUZA e FERREIRA, 2019, p.6

A elaboração digital requer prática com uso do software e seu uso não é uma obrigação, pois existem outras formas de se fazerem os cubos, como, por exemplo, usando papel e caneta/lápis. Logo, o que propomos é que toda ideia de kit multissensorial seja pensada e refinada antes da confecção em si do material. Neste momento, também, é preciso destacar que o detalhamento da produção, aqui descrita, será de apenas um cubo, pois o outro será feito da mesma maneira. Além disso, caso seja encontrada uma caixa, já pronta, facilita a confecção do kit. Logo, basta seguir os próximos passos da confecção do material.

Para a montagem usa-se um molde aberto de um cubo, que pode ser encontrado em pesquisa pública na internet, e como matéria prima que seja de fácil manuseio e disponibilidade usamos o papelão, como demonstrado na figura 7 abaixo, pois seu uso torna a construção do MTS rápida e econômica, por se tratar de um material de baixo custo e grande

durabilidade, devido a sua resistência. O molde impresso servirá como guia para podermos reproduzir sua estrutura no papelão com as medidas que assim desejarmos. Neste projeto para o cubo menor usamos a medida de 10 cm de lado.

Figura 7 - A figura a esquerda indica o molde do cubo a ser usado e a imagem à direita mostra o molde em um pedaço de papelão dando a noção de como ficará o corte



Fonte: Google Imagens/Reprodução; Fotografia elaborada pelo autor

Com as devidas dobras feitas, a colagem é realizada usando cola instantânea¹¹ para agilizar o processo. Sua montagem pode ser feita usando cola escolar, contudo o tempo de secagem é um pouco maior. Com o cubo já montado será necessário um reforço em sua estrutura, a fim de se obter um objeto ainda mais firme, pois, como o intuito é manipular os cubos, é possível que eles caiam no chão ao longo do tempo e assim amassarem. Portanto, para aumentar a sua durabilidade utilizam-se tiras de jornal, que são coladas por todo o objeto, através de uma mistura de cola escolar e água, como indicado na imagem 8 e 9 abaixo. A proporção usada é de 2:1, ou seja, duas partes de cola para uma de água. Esta mistura torna mais firme o jornal e consequentemente o papelão, pois a diluição da cola em água possibilita que o jornal e, consequentemente, o papelão, pois a diluição da cola em água possibilita que o jornal absorva melhor a cola fixando-se de forma mais eficaz ao objeto, e assim a

¹¹ Atenção! Neste momento o uso da cola instantânea deve ser feito com todo o cuidado para que não ocorra acidentes. Siga os passos para uso de acordo com a embalagem.

durabilidade do material é maior. Além disso, o uso do jornal agrega a textura ao MTS o que é importante para os sentidos dos alunos.

Imagen 8 - Cubo montado, tiras de jornal, pincel, cola escolar e água



Fonte: Elaborada pelo autor

Imagen 9 - Cubo coberto por jornal



Fonte: Elaborada pelo autor

Após a colagem são definidos os lugares nos cubos onde serão cortados os espaços para o encaixe dos vetores. Os cortes retangulares seguem a forma da base dos vetores,

imagem 10, e será por tal corte que as indicações das forças serão encaixadas. A partir da perspectiva funcional desses encaixes, o professor analisa a melhor maneira de posicioná-los no cubo para que as devidas representações se deem de maneira a reproduzir a realidade, ou seja, o vetor força de atrito, por exemplo, não deve ser encaixado em um corte no meio de uma das faces do cubo, mas sim em um corte perto das arestas, pois sua representação normalmente se faz bem próxima à superfície em que o objeto está em contato. Portanto, assegurada as devidas proporcionalidades, é necessário fazer as representações da forma mais fidedigna possível.

Imagen 10 - Cubo cortado para encaixe dos vetores



Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, para a identificação dos cubos foram coladas em suas faces as letras A e B de acordo com projeto digital. Ao invés de diferenciá-los usando a representação das letras em tinta apenas, foi feito um molde em papelão, representado na imagem 11, das letras para dar relevo e textura para que os cubos pudessem ser diferenciados de forma tátil. Além disso, cores distintas e vívidas foram usadas para cobrir os cubos a fim de contrastar com as letras de identificação, conforme a imagem 12, e assim possibilitar a percepção e diferenciação por parte dos alunos com baixa visão e também chamar atenção dos alunos videntes. As cores usadas para os cubos foram o laranja e amarelo. Já para as letras foi usada a cor preta.

Imagen 11 - Letras A e B em papelão e pintadas de preto



Fonte: Elaboradas pelo autor

Imagen 12 - Cubos pintados e identificados



Fonte: Elaborada pelo autor

Devemos destacar que a estratégia de diferenciação dos blocos por letras grandes e em relevo se fez devido ao fato deste trabalho ser voltado para o Ensino Médio, e acreditarmos que os alunos com deficiência visual já tenham tido contato com as letras do alfabeto arábico nos anos anteriores de sua vida acadêmica. Contudo, ressaltamos que isso não é uma unanimidade e poderá haver alunos em níveis de alfabetização diferentes. Logo,

existem outras estratégias para se alcançar o mesmo objetivo como, por exemplo, diferenciar os blocos através do relevo, da textura e do Braille. Neste caso seria feito um agrupamento das celas Braille ao longo do formato das letras para que elas pudessem ser identificadas o que tornaria mais atraente para o aluno obter as informações através do tato. Além disso, destacamos que, por se tratar de cubos, estes apresentam seus vértices com pontas salientes, que se faz necessário lixar e arredondar, para deixar o tato mais confortável e evitar eventuais acidentes.

Com os cubos e vetores já prontos este material já pode ser usado pelo professor em sala de aula, nas aulas de Mecânica Newtoniana. Para isso, basta seguir o roteiro disponível no corpo do texto deste trabalho, que conta com o direcionamento para o uso de qualquer MTS que venha a ser desenvolvido, como para o uso do material tático desenvolvido anteriormente.

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1 Resultados

Neste trabalho propusemos a criação, passo a passo, de uma UEPS que utiliza um MTS construído a partir de um tema abstrato que é o DCL, onde o mesmo é normalmente apresentado de forma eminentemente visual. A vantagem desse MTS assenta no fato de que todos os alunos terão condições de manipulá-lo e perceberão todas as relações e direções das forças. Além disso, este material também servirá de apoio para os professores no desenvolvimento análogo de outros materiais táticos baseando-se em outros temas da Física.

Para todos os alunos da turma, mas principalmente para os alunos com deficiência visual, este material tático sensorial, associado à sequência didática baseada na TAS, lhes proporcionará a assimilação conceitual e possíveis relações com outros objetos do mundo que os cercam, evitando a aprendizagem mecânica e proporcionando sentido lógico aos conceitos Físicos ministrados pelo professor. Mesmo que essas assimilações gerem uma obliteração ao longo do processo de aprendizagem, que é importante já que informações desnecessárias são descartadas da estrutura cognitiva, os subsunções relacionados a informação principal se ancoram de forma fixa e se mantêm em contínua mudança. Portanto, o MTS, por conta de sua importância e aplicabilidade ajuda a estabelecer os conhecimentos físicos como um conhecimento “[...] mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada

vez mais facilitar novas aprendizagens.” (MOREIRA, 2012, p. 3). Ou seja, o conhecimento é fortalecido, evitando que sejam esquecidos.

O planejamento e construção do MTS baseiam-se nas especificidades dos alunos em sala de aula. No caso deste trabalho, a especificidade abordada é a deficiência visual, e a aplicação do material se faz presente quando o docente em Física comprehende os anseios e os níveis de aprendizagem de sua turma. Portanto, ele tende a preparar suas aulas baseando-se em teorias e metodologias que tornarão os conteúdos significativos, lógicos e inclusivos. Porém, o MTS não cabe nessa preparação como algo direcionado exclusivamente ao aluno deficiente visual, ele é apropriado para o aprendizado significativo da turma como um todo, pois será através do MTS que possibilitaremos aos alunos deficientes visuais tomarem conta dos espaços em sala de aula com total autonomia. Além disso, a turma ganhará uma identidade voltada para a inclusão e se beneficiará dos conhecimentos que serão assimilados através da aplicabilidade deste material, além das mudanças em seus subsunções presentes nas suas respectivas estruturas cognitivas, tornando o conteúdo teórico em algo lógico e, desta forma, fazendo com que possam usufruir destes conhecimentos ao longo de sua vida acadêmica.

9.2 Discussão

As pesquisas para realização deste trabalho se deram a partir do cumprimento do Estágio Supervisionado do curso de Licenciatura em Física da UFRRJ, onde o convívio com a realidade da sala de aula nos mostrou as dificuldades enfrentadas por professores e alunos do Ensino Médio regular em relação à dinâmica das aulas e também no entendimento de alguns temas da disciplina de Física, mais especificamente o DCL.

Devido a essas observações surgiu a ideia de criar um material que auxiliasse o professor em sala ao longo da ministração dos conteúdos, mas que tivesse um impacto direto na aprendizagem significativa dos alunos, principalmente nos alunos com deficiência visual que ocupam as salas de aula do Ensino Médio sem as adaptações necessárias. Ao decorrer das pesquisas, através do autor Éder Pires Camargo, foi constatado que estes problemas observados no estágio são, infelizmente, uma realidade abrangente tanto em escolas como especificamente na disciplina de Física. Este mesmo autor traz reflexões e possíveis soluções para os problemas considerados, além de mostrar caminhos para tornar a Física mais acessível e inclusiva. Concomitante a isso, percebemos que há movimentos de professores e alunos de

Universidades que trabalham constantemente para tornar suas respectivas disciplinas em disciplinas inclusivas. Estes trabalhos envolvem a criação de materiais tátteis, feitos de maneiras distintas, porém com o mesmo objetivo, que é ensinar aos alunos com deficiência visual temas que antes eram indissociáveis de representação visual. Os trabalhos aqui destacados são o da Drª Gabriela Vargas, um ensino de Microbiologia com impressões em três dimensões e em Braille, e o do projeto da UFRJ chamado de “Universo Acessível”, com o ensino da Astronomia através de materiais tátteis da Lua e exoplanetas, tendo como auxílio o uso de cadernos tátteis com texturização de planetas e sistemas solares. Estas produções de MTS foram feitas de forma atenta e rigorosa, sendo avaliada e revisada por especialistas do IBC, o que nos indica a poderosa ferramenta que são estes materiais para o ensino e aprendizagem dos alunos. Além disso, estes materiais já foram aplicados, nos dando base e credibilidade para a eficiência do seu uso.

Com o avanço da pesquisa, e sabendo da aplicabilidade do MTS, objetivamos sua construção seguindo todas as adaptações necessárias, fazendo uso da multissensorialidade, da texturização e da grafia Braille, planejando atender as demandas dos alunos deficientes visuais, como também dos alunos videntes. Já para suprir as exigências da disciplina de Física, nos baseamos na TAS de Ausubel, nos trabalhos do Marco Antonio Moreira, e usamos os conceitos e ideias descritos nos trabalhos da Júlia Luisa Flores Espejo para construir uma sequência didática significativa, usando UEPS, que auxilie o professor na ministração dos conceitos da Mecânica Newtoniana, em especial o DCL, fazendo uso do MTS para fixação do conteúdo. Portanto, nossa proposta de criação de um material tático fundamentada em teorias de aprendizagem significativas e baseadas em fatos comprovadamente práticos vem para ajudar a disciplina de Física a ser inclusiva e dar suporte para a adaptação de outros temas da disciplina, com uso de MTS para aplicação em sala de aula como suporte metodológico.

10 CONCLUSÃO

Neste trabalho, abordamos, a partir de observações feitas em salas de aulas durante o estágio supervisionado e ainda pelos levantamentos bibliográficos, alguns fenômenos educacionais comumente presentes nas salas de aula do ensino médio. A não assimilação dos conteúdos ministrados pelos professores, por parte dos alunos, se constitui um dos pontos fulcrais da nossa abordagem sobretudo quando o referido problema nos remete aos alunos com deficiência visual, e que tende a se agravar quando se considera o fato de que a formação

do docente em física, e maneira geral, não vem preparando esse profissional para essas dificuldades enfrentadas tanto por professores quanto pelos referidos alunos. Dessa forma, tomando como referência os trabalhos desenvolvidos nos diferentes projetos, tais como os já mencionados, e que visam apoiar os alunos com deficiência visual, no sentido de ajuda-los no processo de construção do próprio conhecimento, propusemos uma unidade didática (UD) que aposta no uso de MTS, construído com material de baixo custo e de fácil manuseio, e que utiliza a linguagem braille para facilitar a comunicação com esses alunos. Além disso, apoiados na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, cujo foco principal está no aluno que deve ser ativo na construção do próprio conhecimento, mas com a importante mediação do professor, elaboramos essa UD com o MTS, por ser potencialmente significativo, que auxiliará tanto o aluno com deficiência visual quanto os alunos videntes, e ainda apoiar o professor na sua didática, impedindo a duplicação do trabalho deste. Nesse sentido, ao pensarmos essa junção entre TAS e MTS com o foco acima destacado, pensamos na possibilidade de uma teoria de aprendizagem significativa e inclusiva (TASI). Embora a UD não pôde ser efetivada numa sala de aula devido ao atual momento de pandemia em que o mundo atravessa, acreditamos que essa proposta possa trazer novas reflexões para os cursos de licenciatura em física, e que visem mudanças necessárias na formação desse professor, e tornando a disciplina cada vez mais inclusiva. Além disso, com todo o embasamento teórico oriundo das nossas pesquisas, esperamos que a proposta apresentada da construção do MTS sobre o DCL alcançará os mesmos objetivos e os mesmos resultados alcançados pelos projetos aqui citados. Dessa forma, podemos ensinar física sob a perspectiva da TASI ao explorar todas as funcionalidades dos materiais tátteis, que inclui a multissensorialidade e o uso do braille, pois se trata de uma poderosa ferramenta de ensino. Assim sendo, e de acordo com Souza e Ferreira (2019, pp. 15-16), abordaremos os conteúdos propostos pela disciplina de maneira mais ampla, dissociável visualmente, gerando discussões entre os alunos e contribuindo para o enriquecimento e construção dos seus saberes.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. G. S. Instituto Benjamin Constant: 160 anos de inclusão. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 6-10, nov. 2014.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. Processos de Ensina^gem na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville, SC: Univille, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2547831/mod_resource/content/1/Processos%20de%20Ensina^gem.pdf. Acesso em: 8 mar. 2019.

BOECKEL, Cristina. Parceria entre Observatório do Valongo e Instituto Benjamin Constant leva a astronomia para deficientes visuais. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/12/06/parceria-entre-observatorio-do-valongo-e-instituto-benjamin-constant-leva-a-astronomia-para-deficientes-visuais.ghtml>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 maio 2021

BRASIL. Lei nº 12.266, de 21 de junho de 2010. Institui o Dia Nacional do Sistema Braille. Diário Oficial da União, Brasília, 22 jun. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12266.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 11 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em 11 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Benjamin Constant. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/o-ibc>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Benjamin Constant. O IBC e a educação de cegos no Brasil. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/a-criacao-do-ibc>. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Benjamin Constant. Quem foi Louis Braille. Brasília, 2017. Disponível em: <http://ibc.gov.br/fique-por-dentro/339-quem-foi-louis-braille>. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resumo Técnico: Censo da Educação Básica Estadual 2019 [recurso eletrônico]. Brasília, 2020. Disponível em https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_do_estado_do_rio_de_janeiro_censo_da_educacao_basica_2019.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa / elaboração: Cerqueira, Jonir Bechara [et al.]. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. INSTITUI A LEI BRASILEIRA DE INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA (ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 5 maio 2021.

CAMARGO, Eder Pires de. Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016

CERQUEIRA, Jonir Bechara. O Legado de Louis Braille. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v. 15, ed. especial nº 2, out. 2009. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/revistas/252-edicao-especial-02-outubro-de-2009>. Acesso em: 20 out. 2020.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; PINHEIRO, Cláudia Regina Garcia; FERREIRA, Elise de Melo Borba. O Instituto Benjamin Constant e o Sistema Braille. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 29-47, nov. 2014

CESAR, Gabriele Vargas. Micro no Tato: O Ensino de Microbiologia com impressão 3D e Braille, Mulheres na Ciência, 11 dez. 2019. Disponível em: <https://mulheresnaciencia.com.br/micro-no-tato-o-ensino-de-microbiologia-com-impressao-3d-e-braille/>. Acessos em: 26 jul. 2020 e 03 set. 2020

Educação [recurso eletrônico]: agregando, incluindo e almejando oportunidades 2 / Organizador Américo Junior Nunes da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/ebookPDF/3518>. Acesso em: 30 set. 2020.

FERREIRA, Elise de Melo Borba. Sistema Braille: simbologia básica aplicada à língua portuguesa. 1. ed. rev. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2016. 35 p. Disponível em: http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/DPPE/Geral_departamento/2019/colecaoapostilas/Simbologia-Braille_2019_public.pdf. Acesso em: 28 out. 2020.

FLORES-ESPEJO, Julia L. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CON CRITERIOS AUSUBELIANOS PRÁCTICOS. UN APORTE DESDE LA ENSEÑANZA DE LA BIOQUÍMICA. Investigación y Postgrado, Caracas, Venezuela, v. 33 (2), pp. 9-29, mayo-octubre, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/331454139 EVALUACION DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CON CRITERIOS AUSUBELIANOS PRACTICOS UN APORTE DESDE LA ENSENANZA DE LA BIOQUIMICA](https://www.researchgate.net/publication/331454139_EVALUACION_DEL_APRENDIZAJE_SIGNIFICATIVO_CON_CRITERIOS_AUSUBELIANOS_PRACTICOS_UN_APORTE DESDE_LA_ENSENANZA_DE_LA_BIOQUIMICA) Universidad Pedagogica Experimental Libertador Instituto Pedagogico de Carac . Acesso em: 27 jan. 2021.

FLORES-ESPEJO, Julia L.; CABALLERO, María Concesa; MOREIRA, Marco Antonio. UNA INTERPRETACIÓN DE LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL EN EL CONTEXTO DEL LABORATORIO DIDÁCTICO DE CIENCIAS. *Aprendizagem Significativa em Revista/meaningful Learning Review*, Rio Grande do Sul Porto Alegre, Brasil, v. V3(3), pp. 41-54, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321110820 UNA INTERPRETACION DE LA TEORIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL EN EL CONTEXTO DEL LABORATORIO DIDACTICO DE CIENCIAS An interpretation of the meaningful learning theory of Ausubel in the cont](https://www.researchgate.net/publication/321110820_UNA_INTERPRETACION_DE_LA_TEORIA_DEL_APRENDIZAJE_SIGNIFICATIVO_DE_AUSUBEL_EN_EL_CONTEXTO_DEL_LABORATORIO_DIDACTICO_DE_CIENCIAS_An_interpretation_of_the_meaningful_learning_theory_of_Ausubel_in_the_cont). Acesso em: 31 jan. 2021.

FRANCO, João Roberto; DIAS, Tárcia Regina da Silveira. A Educação de Pessoas Cegas no Brasil. Avesso do Avesso, Araçatuba, v. 5, n. 5, p. 74-82, 10 ago. 2007. Disponível em: http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/avessodoavesso/v5_artigo05_educacao.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

Fundação de Articulação e Desenvolvimento de Políticas Públicas para Pessoas com Deficiência e com Altas Habilidades no Rio Grande do Sul - FADERS. NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Porto Alegre, RS, 2020. 147 p. Disponível

em: http://www.faders.rs.gov.br/uploads/1596840849ABNT_NBR9050_2020_completa.pdf.

Acesso em: 2 nov. 2020

GRABOWSKI, Gabriel. BNCC esvazia e precariza o ensino médio. [Entrevista concedida a] Gilson Camargo. Jornal Extra Classe, Porto Alegre, RS, p. 1-3, 10 dez. 2018. Disponível em: <https://www.extraclasse.org.br/educacao/2018/12/reforma-altera-a-estrutura-do-ensino-medio/#>. Acesso em: 3 jun. 2021.

INSTITUTO Antônio Pessoa de Queiroz. [s. d.]. Disponível em: <http://www.santacasarecife.org.br/unidades/instituto-antonio-pessoa-de-queiroz/>. Acesso em: 19 out. 2020.

INSTITUTO de Cegos Padre Chico: Nossa História. [s. d.]. Disponível em: <http://padrechico.org.br/instituto-de-cegos-padre-chico/>. Acesso em: 13 out. 2020.

LEAO JUNIOR, Wandelcy; GATTI, Giseli Cristina do Vale. HISTÓRIA DE UMA INSTITUIÇÃO EDUCACIONAL PARA O DEFICIENTE VISUAL: O INSTITUTO DE CEGOS DO BRASIL CENTRAL DE UBERABA (MINAS GERAIS, BRASIL, 1942-1959). Hist. Educ., Santa Maria, v. 20, n. 50, pp. 389-409, dez. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-34592016000300389&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 out. 2020.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física**: contexto & aplicações. 1ª. ed. São Paulo: Scipione, 2014.

MARTINS, Silvia Lorenz et al. Capítulo 7: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL TÁTIL PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS CEGOS E COM BAIXA VISÃO. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/ebookPDF/3518>. Acesso em: 30 set. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS. Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU, Porto Alegre, RS, [s. d.]. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio . O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?: (After all, what is meaningful learning?). Porto Alegre – RS, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio; CABALLERO, María Concesa; RODRÍGUEZ, María Luz. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO SUBJACENTE: A aprendizagem significativa como um conceito subjacente a subsunções, esquemas de assimilação, internalização de instrumentos e signos, construtos pessoais e modelos mentais,

significados compartilhados e integração construtiva de pensamentos, sentimentos e ações. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Burgos, Espanha, p. 19-44, 1997. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

PONTE, Gabriella. O que é IgG e IgM? Bio-Manguinhos, Fiocruz, 03 fev. 2020. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/1739-o-que-e-igg-e-igm>. Acesso: 26 jul. 2020

Projetos de acessibilidade do Instituto Tércio Pacitti - NCE/UFRJ. ESTUDO DAS SÉRIES DE SINAIS DA TABELA BRAILLE. ESPAÇO BRAILLE: Nossa Ponto de Encontro. Rio de Janeiro, [s. d.]. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/~brailu/tabela.doc>. Acesso em: 2 nov. 2020.

Projetos de acessibilidade do Instituto Tércio Pacitti - NCE/UFRJ. Braille Fácil Versão 4.0: Manual de Operação. Rio de Janeiro, c2005-2017. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/brfacil40.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2020.

ROMA, A. C. Breve histórico do processo cultural e educativo dos deficientes visuais no Brasil. Revista Ciência Contemporânea, Guaratinguetá, v.4, n.1, p. 1 – 15, jun./dez. 2018.

SILVA, Marcela R. *et al.* ENSINO DE FÍSICA E DEFICIÊNCIA VISUAL: O QUE PENSAM OS LICENCIANDOS EM FÍSICA EM FASE DE CONCLUSÃO DE CURSO. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, Uberlândia - MG, 2015. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0112-1.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

SOUZA, Eduardo Viana de; FERREIRA, Vanessa Cristina Da Silva. Diagrama de Corpo Livre: Construção de maquete tático visual para alunos do Ensino Médio. In: Colóquio Internacional de Educação Especial e Inclusão Escolar, 2019, Florianópolis. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/cintedes-2019/papers/diagrama-de-corpo-livre--construcao-de-maquete-tatil-visual-para-alunos-do-ensino-medio>. Acessos em: 2019, 2020 e 2021.