



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Giovani Ritta Rodrigues

**Proposta de Ferramentas para o Ensino de Física
Para Alunos de Inclusão com Déficit Cognitivo**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof^ª. Dr^ª. Karen Tauceda
Orientador

Prof. Dr. Nathan Willig Lima
Coorientador

Tramandaí
Setembro 2022

CIP - Catalogação na Publicação

RODRIGUES, GIOVANI RITTA
PROPOSTA DE FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA
PARA ALUNOS DE INCLUSÃO COM DÉFICIT COGNITIVO /
GIOVANI RITTA RODRIGUES. -- 2022.
84 f.
Orientadora: KAREN CAVALCANTI TAUCEDA.

Coorientadora: NATHAN WILLIG LIMA.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte, Programa de
Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física, Tramandai, BR-RS, 2022.

1. Ensino de Física. 2. Inclusão. 3. Deficiência
cognitiva. 4. Termologia. 5. Termometria. I. TAUCEDA,
KAREN CAVALCANTI, orient. II. LIMA, NATHAN WILLIG,
coorient. III. Título.

Giovani Ritta Rodrigues

**Proposta de Ferramentas para o Ensino de Física
Para Alunos de Inclusão com Déficit Cognitivo**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 21 de Setembro de 2022.

Prof^a. Dr^a. Karen Cavalcanti Tauceda – MNPEF/UFRGS (Presidente da Banca)

Prof^a. Dr^a. Liane Ludwig Loder – MNPEF/UFRGS

Prof. Dr. Alexandre Junges – MNPEF/UFRGS

Prof^a. Dr^a. Daniela Borges Pavani – UFRGS

Dedico aos meus filhos, Théo e Sofia pelos
quais tudo é possível para mim, à minha esposa
e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e meu pai que sempre se dedicaram para que os seis filhos pudessem estudar se assim o quisessem, à minha esposa por me mostrar que sou capaz de ser um pai dedicado, esposo esforçado e assim mesmo capaz de estudar e produzir um trabalho como este. Agradeço à orientação da professora Karen incansável e compreensiva em todos os momentos pelos quais passei mostrando que posso ser melhor sempre de maneira positiva e à todos os amigos que me inspiraram a produzir e trabalhar cada vez melhor e ser além de um profissional melhor um ser humano melhor.

RESUMO

A inclusão de alunos com algum tipo de necessidade especial tem figurado como um dos maiores desafios para os professores em sala de aula regular. A inclusão do estudante ainda não é efetiva na maioria das escolas tanto na rede pública quanto na rede privada. Este trabalho vem apresentar como produto educacional uma sugestão de atividades para alunos de inclusão com déficit cognitivo em aulas de física na área de termologia e instrumentalizar o professor no campo da termometria com objetivo de produzir uma aprendizagem potencialmente significativa baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e na perspectiva Interacionista de Vygotsky. O produto educacional contempla uma sequência didática distribuída em quatro aulas de cinquenta minutos realizada no laboratório de física do colégio Farroupilha na cidade de Porto Alegre – RS, entre fevereiro e março de 2019. As aulas foram aplicadas em situação ideal com um aluno de inclusão autista e com déficit cognitivo que estava no primeiro ano do ensino médio. As atividades realizadas abordam o tema de física citado a cima com instrumentalização de experimentos com materiais de baixo custo e pôde-se determinar que com certa resiliência dentro do planejamento o professor é capaz de orientar o estudante ao conhecimento criando no âmbito da sala de aula a fascinação pelo que será estudado indicando a sua utilidade no cotidiano e a percepção do estudante que os objetos de conhecimento vistos na disciplina não são somente assuntos a serem cobrados em provas ou concursos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Inclusão, Deficiência Cognitiva, Termologia, Termometria.

ABSTRACT

The inclusion of students with some kind of special needs has been one of the biggest challenges for teachers in the regular classroom. The inclusion of students is still not effective in most schools, both in the public and private networks. This work presents as an educational product a suggestion of activities for students with cognitive deficits in physics classes in the area of thermology and to provide the teacher with tools in the field of thermometry in order to produce a potentially meaningful learning based on Ausubel's Meaningful Learning Theory and Vygotsky's Interactionist perspective. The educational product contemplates a didactic sequence distributed in four classes of fifty minutes held in the physics laboratory of the Farroupilha high school in the city of Porto Alegre - RS, between February and March 2019. The lessons were applied in an ideal situation with an autistic inclusion student with cognitive deficit who was in the first year of high school. The activities performed address the physics theme mentioned above with instrumentalization of experiments with low-cost materials and it could be determined that with some resilience within the planning the teacher is able to guide the student to knowledge creating within the classroom the fascination for what will be studied indicating its utility in everyday life and the student's perception that the objects of knowledge seen in the discipline are not only subjects to be charged in tests or competitions.

Keywords: Physics Teaching, Inclusion, Cognitive Disability, Thermology, Thermometry, Thermometer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gás ideal a temperatura ambiente.	36
Figura 2: Gás ideal a alta temperatura.	37
Figura 3: Gás ideal próximo ao Zero Absoluto.	37
Figura 4: Termoscópio construído com material do laboratório.	42
Figura 5: Termômetro clínico.....	44
Figura 6: Termômetro de laboratório.....	44
Figura 7: Termômetro a LASER.	44
Figura 8: Termômetro espeto.	44
Figura 9: Termoscópio construído com equipamentos.	46
Figura 10: Material para a montagem e exemplo construído pelo professor.	49
Figura 11: Ferramentas para a construção básica.	49
Figura 12: perfuração da tampa da garrafa.....	49
Figura 13: construção pelo estudante.....	49
Figura 14: Vedação da mangueira.	50
Figura 15:Termoscópio construído pelo estudante ao lado do modelo construído pelo professor – pesquisador.	50
Figura 16: Medidas de temperatura e marcações feitas pelo estudante.	52
Figura 17:Esquema construído pelo estudante em seu caderno virtual da relação entre a temperatura e o nível de água no termoscópio.	53
Figura 18: Simulado Phet para gases indicando o local para mudança de unidade de medida de temperatura:.....	73
Figura 19: Gás ideal a temperatura ambiente.	73
Figura 20: Gás ideal a alta temperatura.....	74
Figura 21: Gás ideal próximo ao Zero Absoluto.	74
Figura 22:Material para construção do termoscópio.	81
Figura 23: Ferramentas e termoscópio construído pelo professor-pesquisador.	82
Figura 24: Modelo de Termoscópio construído pelo professor.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Visão Panorâmica da Organização da Sequência Didática Potencialmente Significativa proposta.	29
Tabela 2: Associação entre a “TEMPERATURA” do gás e a “VELOCIDADE” das partículas, em que os valores das colunas correspondentes foram preenchidos pelo aluno.	38
Tabela 3: Atividade de pesquisa da relação entre os tipos de termômetros, faixa de temperatura e utilização.....	44
Tabela 4: Visão Panorâmica da Organização da Sequência Didática Potencialmente Significativa proposta.	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS:.....	12
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	12
2.2 ESPECÍFICOS.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA).....	14
3.2 APRAXIA E DESENVOLVIMENTO MOTOR.....	15
3.3 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	16
3.4 TEORIA SÓCIO INTERACIONISTA DE VYGOTSKY.....	18
3.5 TERMOLOGIA.....	20
3.6 LEI ZERO DA TERMODINÂMICA.....	21
3.7 TERMOMETRIA.....	22
3.8 DILATAÇÃO:.....	23
3.9 TIPOS DE TERMÔMETROS.....	24
4. CONTEXTO METODOLÓGICO.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
5.1 ASPECTOS GERAIS DA APRENDIZAGEM.....	27
5.2 PLANOS DE ENSINO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	28
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM RELACIONADA AO DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS DE AULA.....	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
APENDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	60

1. INTRODUÇÃO

A educação é entendida como necessidade básica já há muito tempo no desenvolvimento da história do Brasil. No artigo 205 da constituição brasileira de 1988 está:

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 (BRASIL. **Constituição, 1988**, Art. 205).

Na Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais de 1994 na cidade de Salamanca, Espanha, promovida pela UNESCO é editado um documento denominado Declaração de Salamanca dando a base para os princípios fundamentais da Educação Inclusiva. A Declaração de Salamanca foi o marco que norteou a elaboração da “Política Nacional para Inclusão das Crianças com Necessidades Especiais” e de todas as leis relacionadas à Educação Especial, no Brasil.

A convenção da ONU para pessoa com deficiência de 2006, determinou o acesso aos direitos humanos e liberdades fundamentais para todas as pessoas que apresentam alguma necessidade especial. O Brasil, sendo um dos países signatários da decisão, tem por peso de lei que aplicar essas determinações (FRIAS, 2009).

Mesmo com a implementação destas leis, são quase inexistentes os trabalhos com a temática aplicada ao ensino de física. O autor elaborou uma pesquisa resgatando revistas no âmbito do ensino de física e de educação especial abrangendo os anos de 1996 a 2019. Em sua pesquisa o autor encontrou publicações na área de ensino de física, como por exemplo, para alunos surdos ou com deficiência auditiva, trabalho de Vinícius Albino Paiva de 2016, sobre óptica geométrica pelo CEFET/RJ; no trabalho de Sabrina Farias Rodrigues de 2020, sobre vídeos bilíngues no ensino das Leis de Newton pelo MNPEF/UFRGS; e na monografia intitulada “O ensino de física para deficientes visuais: uma proposta aplicada à mecânica” do licenciado em física pela universidade do Ceará, de Everton Krystian Vieira Rodrigues, com foco em estudantes com deficiência visual e cegos e deficientes visuais. Também trabalhos para alunos com algum nível de deficiência cognitiva, foi encontrado apenas na Revista de Educação Especial, em menor número, como por exemplo, em Santos *et al.* (2019).

Na experiência cotidiana do autor com alunos de inclusão em aulas de laboratório, procurou-se trabalhos que apoiassem o atendimento aos estudantes que traziam alguma deficiência intelectual, porém, não foram encontrados métodos de apoio. Por esta razão, o autor

buscou desenvolver neste trabalho atividades para alunos com necessidades especiais em temas da física.

Na caminhada com o estudante participante desta sequência de ensino contemplada na dissertação e produto, foram sendo aplicados alguns métodos, experimentos (alguns criados pelo autor e outros adaptados de experimentos já existentes), que consideraram várias áreas do estudo da física. Assim, ao chegar às questões termométricas, apresentou-se uma ferramenta disponível para os professores de física, sendo esta ferramenta didática/sequência de ensino, compondo o produto educacional desta dissertação.

O trabalho procura responder a seguinte questão de pesquisa: implementar uma metodologia de ensino no campo de conhecimento da física, relacionada à aprendizagem da termometria para alunos do ensino médio com necessidades especiais, mais especificamente em alunos com déficit cognitivo, com possibilidade para o desenvolvimento da aprendizagem potencialmente significativa?

Assim, a dissertação está estruturada de forma que no capítulo 3 a fundamentação teórica utilizada no planejamento e aplicação da sequência didática. Inicialmente pelo estudo da condição autística e algumas características para o indivíduo portador do transtorno do espectro autista, seguido pelas teorias de aprendizagem que indicam um possível caminho para o ensino, sendo neste trabalho David Ausubel e Vygotsky. Ainda no capítulo 3 será apresentado o estudo físico ligado à termometria apoiando-se nos livros de física básica utilizado nas disciplinas no ensino médio e superior, exemplificando Halliday, Sears, Hewitt e outros.

Na sequência o capítulo 4 trará a visualização do contexto em que o produto foi aplicado, apresentando a escola, o estudante e o ambiente de aplicação, para que nos capítulos 5 e 6 tragam a descrição da aplicação e discussão dos resultados de aprendizagem obtidos a partir do produto educacional com base no que o aluno foi capaz de produzir e trazer como indicação de construção de conhecimento. A partir disso, o capítulo 7 trará nas considerações finais a perspectiva do autor para a sequência do trabalho considerando o ambiente de aplicação e a possibilidade de expansão do produto educacional para contextos mais amplos em salas de aula regular com estudantes neurotípicos e de inclusão.

2. OBJETIVOS:

2.1 OBJETIVOS GERAIS

A partir da implementação da decisão tomada pela convenção de 2006 criou-se um desafio aos professores da educação básica, visto que na presença de alunos com necessidades especiais nas salas de aulas do ensino regular, passou a ser necessário que ele esteja incluído não apenas socialmente na turma, mas que sejam proporcionadas as possibilidades de aprendizagem para torná-lo o cidadão consciente e com o mínimo de entendimento dos objetos do conhecimento trabalhados em sala de aula. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo geral, apresentar possibilidades para um ensino-aprendizagem significativo em uma temática da área da física, a termometria, para estudantes com necessidades especiais, do ensino médio.

2.2 ESPECÍFICOS

Por ser uma perspectiva relativamente nova, os cursos de graduação não formavam professores com habilidades para trabalhar em formatos de sala de aula, que incluíssem estudantes com alguma necessidade especial. Como os estudantes possuem as mais diversas deficiências e por consequência, suas necessidades serem também as mais variadas, o professor tem em sua sala de aula um desafio a mais a ser superado, que é a adaptação da aula de forma que alcancem os alunos com habilidades e formas de aprendizagem regulares dentro do que se conhece até o momento e alcancem também os alunos de inclusão que possuam necessidades especiais.

Por este motivo, buscou-se neste trabalho planejar e adaptar para alunos com necessidades especiais algumas atividades que possam ser realizadas em sala de aula, dando uma abordagem mais propícia às barreiras pelas quais passam estes alunos e, ao mesmo tempo, que possa ser utilizado no processo de ensino aprendizagem de alunos neurotípicos na aprendizagem regular.

Busca-se com este trabalho uma melhor inclusão do aluno com necessidades especiais para que seja capaz de transpor os caminhos do conhecimento, em sala de aula e fora dela, tendo o professor como um mediador entre objeto do conhecimento a ser aprendido e o aluno, produzindo ou adaptando assim, um conjunto de metodologias que sirvam de ferramentas didáticas para aplicação em sala de aula pelos docentes com o desafio de inclusão de alunos com deficiência cognitiva.

Para que a proposta convirja em uma estrutura que apoie potencialmente o processo ensino aprendizagem significativo, é proposto alcançar os seguintes objetivos específicos:

- ❖ Instrumentalizar docentes e discentes, e problematizar, o processo de ensino aprendizagem de construção do conhecimento em física, através do desenvolvimento da sequência didática potencialmente significativa.

- ❖ Promover possibilidades para a aprendizagem de conceitos físicos, a partir de concepções prévias a respeito de termometria;

- ❖ Aproximar os conhecimentos da física, com a realidade vivenciada pelos alunos com deficiência cognitiva, através do desenvolvimento de sequências didáticas significativas teórico-práticas, durante os atendimentos especializados no laboratório de física, apenas com a mediação do professor, ou em salas de aulas regulares com a mediação do professor e dos colegas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho está fundamentado teoricamente a partir das discussões sobre o transtorno do espectro autista, bem como a partir das Teorias de Ensino e Aprendizagem de David Ausubel e Levi Vygotsky, considerando os conhecimentos da física relacionados à terminologia.

3.1 TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição que nos casos mais comuns os sintomas se manifestam na infância, antes dos três anos de idade. É um transtorno do neurodesenvolvimento que apresenta como características, alterações no comportamento social, na comunicação, na construção da linguagem, e por maneirismos repetitivos, estereotipados, temperamento extremamente instável e repertório restrito de interesses (PINTO *et al*, 2016)

Com a complexidade aplicada aos *déficits* causados pelo autismo na linguagem, comportamento e nas interações sociais, há uma gama muito grande de formas em que o indivíduo autista pode ser incluído, assim o transtorno pode ser classificado em níveis, são eles: leve, moderado e severo, o que significa que não é apropriado homogeneizar os indivíduos com o transtorno sendo que estes podem ter níveis de intelectualidade diferentes para cada caso (SANTOS e VIEIRA, 2017).

Ao observar uma criança que está no espectro autístico, é observar o atraso ou mesmo ausência no desenvolvimento da linguagem oral, prejudicando de muitas formas a comunicação. O TEA provoca que a criança tenha dificuldade no contato com o próximo e dificuldades de reciprocidade e barreiras ligadas à socialização do indivíduo. Na maioria dos

casos o autista tem a necessidade de estabelecer e conhecer a rotina previamente, fazer atividades sempre do mesmo jeito, assim como movimentos repetitivos. A atenção restrita em dado assunto, a fixação por certos sabores, aromas, texturas, reflexos em espelhos e outros estímulos visuais também se incluem nas características que levam à identificação desta síndrome (SANTOS *et al*, 2017).

Segundo Pinto *et al* (2016), outro desafio é a entrega do diagnóstico à família, que desencadeia uma série de inseguranças desequilibrando, às vezes, a rotina familiar com os atendimentos necessário para a criança como fonoaudiólogo, psicoterapeuta, psiquiatra e outros especialistas os quais exigem uma reorganização da família no sentido prático e financeiro(PINTO *et al*, 2016).

Ao analisar as leis que apoiam pessoas com algum tipo de deficiência, Santos e Vieira (2017), demonstram que há uma preocupação com a inclusão de pessoas com necessidades especiais, inclusive o autismo, e que muitas ações afirmativas vêm sendo tomadas no sentido de assegurar os direitos das crianças na sociedade, e em particular na escola. Essas legislações indicam que ainda há todo um caminho para além das leis na promoção da inclusão de pessoas do espectro autista na escola. Este caminho passa pelo aprimoramento de sistemas educacionais, construção de projetos políticos pedagógicos que institucionalizem as ações de acessibilidade, atendimento especializado na escola regular, pesquisas de novas técnicas pedagógicas e materiais didáticos adaptados e a formação de professores capazes de lidarem com alunos com estas limitações e maneira ampla (SANTOS *et al*, 2017).

3.2 APRAXIA E DESENVOLVIMENTO MOTOR

Segundo Neto *et al*. (2010), o desenvolvimento cognitivo da criança está intimamente ligado ao desenvolvimento motor onde o primeiro está relacionado ao aprender e o segundo ao realizar a partir do que foi aprendido.

O amplo domínio do seu corpo, obtido principalmente na idade da escolarização, permite que a criança realize atividades como saltos, chutes e o equilíbrio em um pé só, assim como a percepção do corpo no espaço e no tempo e estas percepções são requisitos para o desenvolvimento da aprendizagem e para atividades de formação escolar. Esses autores afirmam em seu estudo, que em estudantes sem atipias, a relação entre o desenvolvimento motor e o desenvolvimento cognitivo não são responsáveis por dificuldade de aprendizagem. Ressaltam ainda que embora cada indivíduo apresente suas especificidades no que se refere ao

desenvolvimento intrínseco, os dados obtidos apoiam os conceitos de continuidade e individualidade no processo do desenvolvimento.

O desenvolvimento infantil é marcado pelo surgimento e adaptação de habilidades que vão se especificando conforme o crescimento tornando-se mais finos e seletivos. Durante toda a primeira infância a criança desenvolve rapidamente as habilidades de equilíbrio e manuais, controle do pulo e aumento da precisão dos movimentos largos e finos. Habilidades estas que seguem seu desenvolvimento ao longo da vida (GUSMAN, 2017).

Pacientes com TEA apresentam comumente sintomas associados a dificuldades motoras, documentados no próprio DSM-5 ¹(DSM – 5, 2014) e mesmo em documentos mais antigos. Hipotonia, movimentos corporais desajeitados, controle postural e incoordenação motora estão descritos entre estes sintomas (MING *et al*, 2007)

Em crianças com TEA as apraxias aparecem em situações mais simples como dormir com a boca aberta, inabilidade em lambar os lábios com a língua até apraxias musculares na mão como segurar o lápis, montar blocos e dobrar papéis (GUSMAN, 2017).

Fournier *et al.* (2010), sugerem que o tratamento de pacientes com TEA deve incluir intervenções motoras capazes de aperfeiçoar a própria motricidade e a coordenação motora (FOURNIER *et al.*, 2010).

Abaixo, apresentaremos as teorias de ensino-aprendizagem que consideram a realidade e conhecimentos prévios dos estudantes, como base cognitiva, social, cultural e emocional para fundamentar possibilidades para aprendizagens significativas e contextualizadas, como é o caso da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da Teoria Sócio Interacionista de Vygotsky.

3.3 TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Durante muito tempo o objetivo do professor na sala de aula era a aprendizagem mecânica. Esta nomenclatura era entendida como uma forma eficiente de aprendizado, embora se observe neste tipo de aprendizagem uma tendência maior ao esquecimento do objeto do conhecimento pelo aluno em pouco tempo, construção de barreiras em que dividem os conceitos aprendidos na escola como sendo válidos apenas para este contexto, e para além da escola, outros conceitos dariam conta para explicar os mesmos fenômenos discutidos e/ou observados.

¹ DSM – 5 (2014): Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais. É um instrumento de orientação com os principais critérios para o diagnóstico de transtornos mentais, bem como sintomas para o diagnóstico diferencial e comorbidades.

Entre os anos de 1963 e 1968, David Ausubel propôs a Teoria de Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2011), segundo o qual o aluno dá significado ao conhecimento adquirido, a partir de conhecimentos prévios já existentes em sua estrutura cognitiva. Quando o conceito é aprendido significativamente, o aluno conecta os fenômenos do dia-a-dia ao conhecimento formal obtido no contexto escolar.

Segundo Ausubel (MOREIRA, 2011), há um espectro em que o aluno se encontra, que vai da aprendizagem totalmente mecânica até a aprendizagem significativa, onde a aprendizagem mecânica identifica o conhecimento como sendo obtido de forma literal e arbitrária, sem significado para o aluno, podendo “estar solto” em sua estrutura cognitiva, enquanto na aprendizagem significativa, o novo conhecimento interage de maneira substantiva, não arbitrária e não-literal com a estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 2011).

Ainda outro ponto a ser considerado na aprendizagem significativa é o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante (AUSUBEL, 1968). Moreira & Ostermann afirmam que:

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo (MOREIRA & OSTERMANN, 1999, p. 47).”

Assim, segundo Ausubel, o principal ponto para uma potencial aprendizagem significativa são os conhecimentos prévios do aluno, os conceitos subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva e esta deve ser a primeira investigação realizada pelo professor. Ao não encontrar os subsunçores, o professor deve utilizar o que se chamam de organizadores prévios, que abrirão caminhos para que a aprendizagem se torne significativa. O subsunçor torna-se uma ideia âncora em que o novo conhecimento se alicerça para integrar a estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 2011).

Para que ocorra a aprendizagem significativa ainda deve haver disposição do professor em preparar uma aula que não valorize tanto a memorização dos conhecimentos, e por parte do aluno a disposição para construir um novo conhecimento (MOREIRA, 2011).

A contextualização é outro ponto importante da aprendizagem significativa, onde o professor deve começar sempre da forma mais geral e procurar ir diferenciando progressivamente os conhecimentos a serem inseridos na estrutura cognitiva do estudante, sendo que após a aprendizagem do conceito deve ser feito o que Ausubel chama de reconciliação integrativa, em que o professor leva o estudante a perceber o conceito já aprendido no exemplo geral que principiou a generalização. O processo então se dá em uma sequência de diferenciações progressivas e reconciliações integrativas, em que o professor faz

estes movimentos entre conceitos mais gerais e mais específicos do mesmo objeto (MOREIRA & OSTERMANN, 1999).

3.4 TEORIA SÓCIO INTERACIONISTA DE VYGOTSKY

Vygotsky considera que o desenvolvimento da criança é construído a partir de interações sociais, onde os processos mentais superiores são construídos das relações com o meio. Os processos sociais dessas interações são construídos por ferramentas culturais. O uso de ferramentas estão para a evolução cultural como os genes estão para a evolução biológica, e estas ferramentas são análogos, para Vygotsky, aos signos, sendo que cada um (signos e ferramentas) tem sua função específica nas atividades mediadas (MOREIRA & OSTERMANN, 1999).

O signo em si não age sobre o ambiente, mas sobre o indivíduo auxiliando-o a controlar seu próprio comportamento (MOREIRA & OSTERMANN, 1999).

Em idade pré-escolar a criança não é capaz de controlar o seu comportamento pela organização de signos, diz-se que ela está no primeiro estágio, ela usa uma abordagem "natural", "eidética". No segundo estágio a criança ou o jovem está em idade escolar e predominam os signos externos. Na idade adulta a pessoa passa ao terceiro estágio em que os estímulos são emancipados de suas formas de internalização, os signos externos, dos quais as crianças em idade escolar necessitam, transformam-se em signos internos, produzidos pelo adulto como um meio de memorizar (VYGOTSKY, *et al.*, 1988).

Os processos psicológicos passam por dois planos, um interpsicológico dos processos sociais e após um plano intrapsicológico conforme vão sendo interiorizados pelo indivíduo (MOREIRA & OSTERMANN, 1999).

Ainda a teoria identifica duas formas de conhecimento, o conhecimento científico, aquele que é aprendido nas escolas e academias e construídos a partir sistemas culturais, e o conhecimento de senso comum, o observado no dia a dia, obtido pela experiência cotidiana, e este se torna mais abstrato ao passo que é formalizado nos bancos escolares até tornar-se conhecimento científico, sendo que o oposto também ocorre, o conhecimento científico passa a ser mais palpável ao passo que se aproxima da experiência cotidiana (VYGOTSKY, 1987).

Vygotsky propõe dois níveis de desenvolvimento para a evolução do aprendizado escolar. O primeiro é o Nível de Desenvolvimento Real, em que estão as funções mentais cujos processos de desenvolvimento já foram completados, este é o nível que ajuda a identificar a idade mental da criança. O segundo nível é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), região

em que se encontram as funções mentais ainda em processo de construção ou maturação. É na ZDP em que há a interação entre aprendiz, instrutor e conteúdo para que se encontre a solução para o problema que se deseja resolver (VYGOTSKY, 1987).

Na perspectiva de Vygotsky, a aprendizagem da criança antecede o desenvolvimento e é marcada por sua natureza transacional envolvendo a indução em uma determinada cultura, através de membros mais experientes desta cultura (FINO, 2011). A ZDP identifica, assim o que o estudante já é capaz de fazer sozinho e o que ainda necessita de auxílio de um instrutor mais experiente.

A ZDP representa uma “janela de aprendizagem” onde o estudante encontra-se no momento propício do aprendizado de determinado conhecimento, tendo em um grupo de estudantes várias janelas de aprendizagem em que o professor deve estar atento para determinar quando cada aluno encontra-se na janela e quais ferramentas pode utilizar para que o aprendiz desenvolva o novo conhecimento (VYGOTSKY, 1987).

É importante frisar que a interação social não se dá somente na relação entre o professor e o aluno, mas também no ambiente em que ocorre esta interação, sendo que o estudante interage também com os problemas, assuntos, estratégias e os valores do ambiente em que está inserido (VYGOTSKY, 1987).

O aprendiz deve reconhecer após os ciclos de aprendizagem, o que foi interiorizado e tornando-se hábil para iniciar um novo ciclo de aprendizagem. Esta identificação deve ser proporcionada pelo professor, em que este fornecerá instrumentos para que aprendiz seja capaz de se reconhecer no processo. Ao iniciar o processo de aprendizagem, o professor deve atuar como agente metacognitivo, discretamente orientando o estudante para a resolução do problema ou tarefa, até que o aprendiz interiorize o conhecimento quando o professor deve passar para o aluno a responsabilidade e o controle metacognitivo (VYGOTSKY, 1987).

Nesta perspectiva a aprendizagem se dá aos pares, de um parceiro mais capaz para um menos capaz, no contexto em que o aprendiz menos capaz vai interiorizando os processos e conhecimentos, cada vez mais vai assumindo maior responsabilidade cognitiva sobre a gestão da atividade transformando, desta forma, a regulação externa em auto-regulação (VYGOTSKY, 1987).

No que concerne à educação inclusiva, Vygotsky atua propondo que crianças com deficiência percorrem caminhos distintos para superar seus impedimentos e desenvolverem-se de forma qualitativa e própria com relação ao conjunto de condições a que são expostas (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011). Ainda segundo as autoras, Vygotsky formula os conceitos de deficiência primária, quando é biológica, ou seja, de origem orgânica, e deficiência

secundária, quando é social que tem consequências psicossociais da deficiência. Percebe que o desafio para a criança com deficiência é o desenvolvimento cultural, refletindo que o conceito de cultura é construído dentro de um padrão de normalidade criadora de barreiras culturais e sociais na integralização social e cultural da criança com deficiência. Vygotsky diz que:

“O milagre da educação social consiste em que ela ensina o deficiente a trabalhar, o mudo a falar e o cego a ler. Mas esse milagre deve ser entendido como um processo absolutamente natural de compensação educativa das deficiências” (VYGOTSKY, 2004, p. 381).

O papel da educação para crianças com deficiência é fundamental, pois é a partir dela e das dificuldades enfrentadas, que ocorre a promoção de estímulos e processos de compensação modificando contextos e pessoas (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011).

O estudo do desenvolvimento da criança com deficiência deve então ser proposta, onde a desigualdade de tratamento do aluno com deficiência nas escolas especiais devolve uma igualdade rompida por pela inserção do estudante no ensino regular (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011).

Para que o processo de aprendizagem seja superado no sentido de uma simples repetição, a escola deve criar formas de trabalho em que a criança vença as dificuldades geradas pela sua deficiência e desenvolva suas funções psicológicas superiores (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011).

Segundo Carlo (2001), o processo de compensação é favorecido pelas interações sociais e pela mediação semiótica proporcionando a reorganização do funcionamento psíquico de pessoas com deficiência, promovendo o acesso a níveis superiores de desenvolvimento (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011).

As escolas especiais concluíram que o ensino de crianças com deficiência deveria basear-se no uso de métodos concretos do tipo “observar-e-fazer”, sem levar em conta o pensamento abstrato, mas Vygotsky (1994) demonstrou que apenas o uso do concreto não ajuda o estudante com deficiência intelectual, pois além de falhar, reforça a deficiência. Ainda segundo Vygotsky a escola deveria orientar as crianças com deficiência (ou não) ao desenvolvimento, ou seja, ao que está intrinsecamente faltando no seu desenvolvimento (CAVALCANTI & FERREIRA, 2011).

3.5 TERMOLOGIA

A termologia é uma parte da física que foi desenvolvida em grande parte de maneira empírica. Por tratar de sistema com inúmeras partículas (átomos ou moléculas) a mecânica

clássica não pode ser aplicada aos sistemas termodinâmicos. Assim foi necessário inicialmente construir metodologias que proporcionassem aos cientistas observar padrões macroscópicos de fenômenos microscópicos. Para estes sistemas foram eleitos, então outras variáveis, cujas médias representassem essas grandezas, por exemplo, a pressão representa troca de momento entre as partículas de um gás e as paredes do recipiente onde está confinado. A temperatura por sua vez representa a medida macroscópica da energia interna do gás (NUSSENZVEIG, 2002).

Ao estudarmos um sistema como um gás ou líquidos, vemos que há uma equação de estado que relaciona as grandezas físicas pressão, volume e temperatura. Passando assim a própria temperatura ser uma função do volume e da pressão, permitindo então uma forma de determiná-la (NUSSENZVEIG, 2002).

Em um gás em equilíbrio térmico, cada partícula deste gás tem uma agitação própria, a temperatura pode ser associada à velocidade média de agitação dessas partículas.

A aferição da temperatura pode ser subjetiva (o que é impreciso), por exemplo, em um dia frio ao colocarmos a mão em um metal e um pedaço de madeira temos a sensação de que o metal está com menor temperatura que a madeira, embora os dois estejam em equilíbrio térmico entre si (NUSSENZVEIG, 2002). Estas formas de entender a temperatura são amparadas pelo conhecimento de senso comum, e estão associadas equivocadamente a medidas macroscópicas da temperatura. Por este tipo de evento em que a sensação térmica provocada pelo fato de que o metal é capaz de absorver maior quantidade de energia de nossa mão que a madeira, no mesmo intervalo de tempo é que se faz necessário um outro método de aferição de temperatura, um instrumento bem conhecido nosso chamado termômetro (NUSSENZVEIG, 2002).

3.6 LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

Ao aferir a temperatura de um objeto qualquer, realizamos a medida deixando que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o objeto. Assim, se quisermos saber se o um segundo objeto está com a mesma temperatura do primeiro, deixamos que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o segundo corpo, se os dois valores de temperatura forem os mesmos, dizemos que o primeiro e o segundo corpo estão em equilíbrio térmico (NUSSENZVEIG, 2002).

Esse é princípio da Lei Zero da Termodinâmica, que nos permite determinar o equilíbrio térmico entre dois objetos distintos. Se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C e um corpo B está em equilíbrio térmico com este mesmo corpo C, então, necessariamente os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si (NUSSENZVEIG, 2002).

3.7 TERMOMETRIA

Algumas características de uma substância podem ser alteradas quando a substância sofre uma variação de temperatura, assim como as dimensões de um fluido, o comprimento de uma barra metálica, a resistência elétrica de um fio metálico ou mesmo a cor de um objeto incandescente. Qualquer destas modificações pode ser utilizada para construção de uma escala que identifique uma temperatura mesmo que essa não represente o significado microscópico de temperatura, neste caso, chamaremos o instrumento de termoscópio (HALLIDAY *et al*, 2012).

Para que o termoscópio (SILVA, 2017) se torne um termômetro, é necessário que seja sobre ele construída uma escala termométrica com base em pontos específicos, como por exemplo, o ponto de fusão e de ebulição da água à pressão de uma atmosfera. Como fez Celsius em seu termômetro de bulbo com mercúrio como substância termométrica (HALLIDAY *et al*, 2012).

Os termômetros mais comuns são os de bulbo, com um capilar onde é observada a dilatação de um líquido (em geral etanol ou mercúrio) calibrados para alguma escala termométrica (HALLIDAY *et al*, 2012).

Entre as escalas termométricas mais utilizadas estão a escala Celsius que define para o ponto de gelo 0°C e para o ponto de ebulição da água 100°C e a escala Fahrenheit que usa como ponto de gelo da água 32°F e de ebulição 212°F (HALLIDAY *et al*, 2012). Há ainda a escala absoluta Kelvin, nomeada assim em homenagem ao físico inglês, William Thomson, que viveu de 1824 a 1907 e deu grande contribuição ao estudo da termodinâmica (SEARS *et al*, 2009).

Sua escala pode ser construída em um termômetro de gás em que o volume é mantido constante. Sabe-se que a pressão aumenta com o aumento da temperatura, assim, ao utilizar quantidades diferentes para gases diferentes observa-se um comportamento linear análogo para as diferentes amostras com declividades diferentes. Ao extrapolar todas as retas construídas para as amostras, essas tendem a um valor específico de $-273,16^{\circ}\text{C}$ em que a pressão cairia a zero. Assim foi definida uma escala de temperatura absoluta, baseada no conceito de que a agitação das moléculas ou átomos de um gás caía ao mínimo quando o valor desta temperatura caía ao zero. Este valor é conhecido como zero absoluto, e por considerações da física quântica aplicada às partículas subatômicas não se pode dizer que todo o movimento atômico ou molecular para (PIRES *et al*, 2006).

Faltava o ponto de calibração para a escala Kelvin, este ponto foi escolhido por facilidade de reprodução das condições e por conta da precisão que poderia ser adotada o

chamado ponto triplo da água em que esta substância coexiste em seus três estados físicos, sólido, líquido e gasoso, e que ocorre para 0,01°C e 0,006 atm, valores de pressão e temperatura para a água e não para o termômetro. Chegou-se então a equivalência de 273,16 K de temperatura no ponto triplo da água (SEARS *et al*, 2009).

Para a temperatura de um gás determinou-se então o ponto triplo como padrão que para um gás em termos de sua pressão é dado pela equação (NUSSENZVEIG, p.157, 2002):

$$T = 273,16[K]. \lim_{p_{\text{triplo}} \rightarrow 0} \frac{p_{\text{gás}}}{p_{\text{triplo}}}$$

Assim, o método do termômetro de gás passa a ser utilizado para calibrar uma gama de termômetros de vários tipos e com uma grande variedade de funcionalidades (NUSSENZVEIG, 2002).

3.8 DILATAÇÃO:

Uma das consequências típicas do aumento de temperatura nos materiais é o aumento das dimensões físicas da substâncias. Este processo é conhecido como dilatação.

A dilatação ocorre naturalmente ao variar a temperatura de um corpo. Tipicamente o corpo tem suas dimensões aumentadas (expansão) com o aumento de temperatura e suas dimensões reduzidas (contração) com a redução da temperatura(NUSSENZVEIG, 2002).

Didaticamente procura-se estudar a dilatação em três modelos diferentes, separando em linear, quando a variação em uma dimensão é mais proeminente que nas outras duas dimensões espaciais, superficial, quando a dilatação da superfície, ou seja, em duas dimensões destaca-se em relação a terceira dimensão, e o volumétrico quando é necessário observar o aumento, ou a contração, das três dimensões espaciais do material(NUSSENZVEIG, 2002).

Em qualquer dos casos a dilatação é diretamente proporcional com a dimensão inicial (comprimento, área ou volume) e com a variação de temperatura. Assim ela pode ser determinada pela equação a seguir:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \text{ (dilatação linear – em uma dimensão)}$$

$$\Delta S = S_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T \text{ (dilatação Superficial – em duas dimensões)}$$

$$\Delta V = V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T \text{ (dilatação volumétrica – em três dimensões)}$$

Onde l indica o comprimento, S a área, V o volume, as variações indicadas por Δl , ΔS e ΔV , respectivamente ΔT a variação de temperatura e o símbolo α é o coeficiente de dilatação

linear, característica do material que indica quanto este é capaz de variar sua dimensão para cada unidade de temperatura que aumenta ou diminui (NUSSENZVEIG, 2002).

Porém algumas substâncias para faixas de temperaturas específicas não se comportam da maneira esperada. A água, por exemplo, possui um comportamento anômalo entre zero e 4°C, onde seu volume aumenta quando a temperatura diminui e seu volume diminui quando a temperatura aumenta.

Isso ocorre porque as moléculas da água ao tentarem se aproximar durante a solidificação (fenômeno em que a água líquida se torna sólida) fazem ângulos que as forças de repulsão aumentam intensamente e por isso seu volume cresce quando a temperatura diminui (Hewitt, 2002).

3.9 TIPOS DE TERMÔMETROS

Como dito anteriormente os termômetros são constituídos de forma que demonstrem uma escala de medida e, para tanto, é necessário um sistema que através do equilíbrio térmico e da mudança de temperatura sua calibragem identifique a temperatura do sistema que se quer medir (SEARS *et al*, 2009).

Para tanto há vários tipos de termômetros diferentes para faixas de temperatura e ambientes diferentes.

Vamos falar de alguns a seguir:

1) Termômetro de bulbo:

Este termômetro é muito comum em laboratórios, e até pouco tempo em casa, ele consiste de um bulbo metálico ou de vidro, ligado a um capilar com uma substância termométrica geralmente álcool ou mercúrio.

Em termômetros utilizados em laboratório de ensino e químicos, a faixa de medida costuma ser de -10°C a 110°C (SEARS *et al*, 2009). Este tipo de termômetro também costuma ser utilizado em casa como termômetro clínico. Sua faixa de temperatura é 35°C a 42°C. Seu uso, produção e venda está proibida no Brasil, sendo que não se encontra mais em farmácias (SEARS *et al*, 2009).

2) Termômetro de Lâminas Bimetálicas:

Este termômetro consiste da junção de dois metais diferentes que, ao sofrerem variação de temperatura provoca dilatação (ou contração) diferente em cada metal fazendo que um se curve sobre o outro. Esta liga está espiralada e ligada a um ponteiro que aponta o valor da escala de temperatura que lhe é inserido. Termômetros bimetálicos chegam a ter faixa de temperatura

de -30°C a 500°C . Utilizados em indústrias e balcões de mercados, também são comuns em nosso cotidiano (SEARS *et al*, 2009).

3) Termômetro de Resistência

O Termômetro de resistência é feito de um fio fino cuja resistência varia muito com a temperatura. Este fio é em geral de cristais de germânio, cilindros de carbono ou de ligas metálicas chamadas de termopares. Sua grande sensibilidade na mudança da resistência com a variação de temperatura faz que este tipo de termômetro seja altamente preciso. Ainda sim sua faixa de funcionamento é bem ampla podendo medir temperaturas de -200°C até 850°C . Utilizado em laboratórios de pesquisa e indústrias de grande porte são de usos mais específicos (SEARS *et al*, 2009).

Neste modelo estão inseridos os termômetros clínicos permitidos no Brasil, pois são mais seguros no manuseio, já que não possuem substâncias tóxicas ao ser humano e ao ambiente (SEARS *et al*, 2009).

4) Termômetro Infravermelho

Com a pandemia tornou-se muito mais comum o uso deste termômetro, visto que ele consegue aferir a temperatura do corpo humano de maneira rápida e sem a necessidade de contato com o corpo (SEARS *et al*, 2009).

Este termômetro funciona detectando parte do espectro da radiação eletromagnético que os corpos emitem na faixa da radiação infravermelha. Detectando o quanto está sendo emitido desta radiação pelo corpo o termômetro determina o valor da temperatura. Sua faixa de medição de temperatura é de -50°C até 400°C (SEARS *et al*, 2009; SIQUEIRA *et al*, 2019).

4. CONTEXTO METODOLÓGICO

Neste trabalho, será oportunizado uma atividade com planejamento específico para um aluno do ensino médio com regressão autística e déficit cognitivo. Entre suas características está o senso de literalidade e a dificuldade na abstração, características estas que estão de acordo com a literatura, resultando em uma grande dificuldade em compreender conceitos abstratos (DSM-5, 2014).

Para todos os conceitos trabalhados serão levados em conta essas especificidades, bem como a necessidade que o aluno possui em conhecer a rotina do que será feito, sempre buscando o progresso do aluno na aprendizagem dos conceitos físicos e na sociabilidade do discente relativas ao professor pesquisador e ao monitor que o acompanha nas atividades.

Através da teoria de aprendizagem de David Ausubel focado na construção do conhecimento do estudante a partir do que já existe em sua estrutura cognitiva e também da teoria de aprendizagem sócio - interacionista de Vygostky, sendo o professor parceiro mais capaz, procurei produzir experimentos e questionários teórico-experimentais que oriente aluno e professor na construção de conhecimento (MOREIRA, 2011).

A atividade foi desenvolvida em uma escola privada de Porto Alegre em uma área privilegiada da cidade entre fevereiro e março do ano de 2019. A escola apresenta uma grande estrutura, sendo que cada área das Ciências da Natureza tem um laboratório específico com um auxiliar de ensino, formado em licenciatura na disciplina em que atua, e cada disciplina possui um coordenador que não é regente de classe e que orienta os professores, e um auxiliar de ensino na disciplina em questão. Por ser uma escola de grande porte, cada ano do ensino médio possui em média cinco turmas, sempre acima de 25 alunos em cada turma, o que faz que haja um professor regente de classe para cada ano.

Nesta escola os alunos de inclusão assistem a maioria das aulas na sala de aula regular, em alguns períodos ocorre atendimento especializado com uma educadora de educação especial (psicopedagoga), ou nos laboratórios de ensino com educadores formados na disciplina a ser trabalhada. O aluno também é acompanhado constantemente por um monitor com o objetivo de criar um vínculo e auxiliar na sua organização.

A sequência didática foi desenvolvida no laboratório de física com o auxiliar de ensino sendo o professor especialista na área de física, onde realizou-se a atividade de ensino com um aluno de 15 anos com transtorno do espectro autista e deficiência intelectual. Este aluno está no primeiro ano do ensino médio e apresenta dificuldades sociais de comunicação, que mesmo estando incluído na sala de aula, há dificuldade de sua interação com os colegas de sala, sendo que sua maior interação é com o monitor que o acompanha em todas as atividades dentro da escola.

A sequência de ensino proposta neste trabalho, ocorreu entre fevereiro e março do ano de 2019 quatro encontros de cinquenta minutos (totalizando 200 min), uma vez por semana no laboratório de física. Os temas abordados na disciplina de física foram na área de termologia, a termometria, trabalhando também a perspectiva experimental, em que o aluno realizou a experiência e também construiu cada etapa do experimento para então realizá-lo. Foram realizadas também, atividades como a apreciação de vídeos e construção de um caderno de campo virtual, onde o aluno descreveu a sua perspectiva da atividade realizada.

Esperava-se que o estudante compreendesse a partir desta sequência de ensino potencialmente significativa, que o conceito de temperatura é diferente das ideias cotidianas de

quente e frio, e que entendesse a medida da temperatura como medida macroscópica de uma quantidade microscópica da energia cinética das partículas que compõem as substâncias. Indiretamente esperávamos indicar ao aluno, que a variação da temperatura é capaz de causar dilatação ou contração das substâncias aquecidas ou resfriadas, respectivamente.

O trabalho aqui apresentado tem por objetivo proporcionar de maneira inclusiva, a inserção de alunos com necessidades especiais nas aulas de física do ensino regular, é apresentada uma sequência didática com foco no aluno do estudo, mas que pode ser expandida para uma turma em que estejam tanto alunos neurotípicos² (fora do espectro autista) como alunos em processo de inclusão.

É proposto um estudo da situação prática a seguir:

- ❖ Um aluno do ensino médio de escola privada de Porto Alegre com deficiência cognitiva;
- ❖ O estudo é realizado em aulas de física do primeiro ano do ensino médio na área de ensino da termologia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ASPECTOS GERAIS DA APRENDIZAGEM

O aluno evidencia dificuldades na localização espaço-temporal, porém, sabe diferenciar manhã, tarde e noite, antes e depois, mas nem sempre reconhece valores como hora, minuto e segundo. Controversamente tem uma memória admirável para questões culturais como filmes, personagens, lugares visitados e escreve com um português muito bem construído, apesar de não ter coordenação no uso do lápis. Ao digitar em seu caderno virtual em um notebook, sempre procura escrever formalmente, pontuando e acentuando as expressões e palavras. Não apresenta domínio matemático avançado, seu conhecimento é básico, sabe somar, subtrair, mas construções matemáticas mais complexas também não estão em seu subsunçores, o que nos levou a trabalhar relações conceituais e comparações ligadas a maior, menor, grande e pequeno, mais e menos. Algumas características, corroboram os documentos DSM-5 (DSM – 5, 2014), o prejuízo persistente na comunicação social recíproca, em que muitas vezes a resposta dada não condiz com a pergunta, por exemplo fazendo uma comparação do interlocutor com algum

² Neurotípico é um termo usado para descrever indivíduos com desenvolvimento ou funcionamento neurológico típico (DSM – 5, 2014).

personagem da ficção, o estudante apresenta em certos momentos o movimento repetitivo impulsionado por dar uma volta na sala do laboratório.

Um mecanismo que facilitou o trabalho com o aluno foi a organização das sequências a serem realizadas em cada aula incluindo nestas sequências, pequenos intervalos que não ficassem cansativos para o estudante. Considerando as peculiaridades do TEA, era aconselhável que ele estivesse ciente de cada passo, pois o não conhecimento do roteiro da aula causava ansiedade no aluno, e ele tinha necessidade de saber como seu tempo estava distribuído, assim em cada aula o estudante encontrava em um quadro branco móvel do laboratório a rotina que seria desempenhada no dia em questão. Estas evidências de possibilidades de aprendizagem, estão relacionadas aos estudos de Vygotsky (1987), que consideram os aspectos interacionistas sociais para o aprender. Também podemos fazer relação com a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011), em que os conhecimentos prévios e experiências cognitivas-emocionais deste aluno, parece ser fundamental para o seu desenvolvimento no processo de ensino-aprendizagem nesta sequência de conceitos da física.

É possível perceber as repetições comportamentais assim como frases idiossincráticas, repetições mecânicas de palavras ouvidas em outros momentos e ambientes (ecolalia), a necessidade do estudante relacionada ao conhecimento do contexto da sala de aula, bem como conhecimento antecipado das atividades que irá desempenhar. Estas características observadas no desenvolver das aulas, estão relacionadas ao TEA. No entendimento do autor deste trabalho, o conhecimento da rotina traz segurança ao estudante, diferentemente de aulas em que o aluno não tem o conhecimento, e sua ansiedade sobre o que será feito no próximo passo aparece. Nestes momentos de ansiedade o aluno apresenta as características típicas do indivíduo autista intensificadas, como a ecolalia usando termos que muitas vezes eram incompreensíveis pela sua fala, as frases idiossincráticas comparando o professor com personagens de seriados, filmes, como por exemplo “professor, o senhor é o professor Pardal”, e os maneirismos, impaciência, andar em torno das bancadas do laboratório. Esses comportamentos estão apresentados também no DSM-5 (2014).

5.2 PLANOS DE ENSINO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O capítulo descrito a seguir, apresenta a proposta de atividade e de aplicação metodológica do produto planejado. Cada encontro (total de quatro), foi realizado no laboratório de física em um período de cinquenta minutos, semanalmente.

Na proposta, procurou-se problematizar os conceitos de senso comum a respeito de temperatura, medida de temperatura, sensações de quente e frio, considerando os conceitos científicos escolares relacionados aos conceitos de temperatura, equilíbrio térmico e aplicações de instrumentos de medidas, tencionando sua construção em uma aprendizagem significativa.

Tabela 1: Visão Panorâmica da Organização da Sequência Didática Potencialmente Significativa proposta.

Aula	Objetos do Conhecimento	Proposições	Atividade
1	Temperatura e Relação quente/frio.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificar concepções prévias relacionadas à temperatura; ❖ Descrever de forma qualitativa a temperatura dos corpos; ❖ Propor um método para medida de temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diálogo; ❖ Propostas de questões; ❖ Simulador virtual; ❖ Visualização de vídeo.
2	Definição de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diferenciar sensação térmica de temperatura; ❖ Conceituar qualitativamente a temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proposição de questões problema relacionadas ao que será observado no experimento; ❖ Levantamento de hipóteses por parte do aluno; ❖ Atividade Experimental; ❖ Discussões de questões teóricas.
3	Medidas de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desenvolvimento de termômetros ❖ Escalas termométricas; ❖ Variedade de termômetros. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apresentação de vídeo; ❖ Manuseio e exploração de variados termômetros. ❖ Tabela para preenchimento; ❖ Problematizar situações relacionadas às ferramentas apresentadas.
4	Medidas de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Construção de um termoscópio análogo ao termoscópio de Galileu; ❖ Criação de escala termométrica pessoal. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Construção e exploração da atividade experimental; ❖ Relacionar as modificações no termoscópio com a temperatura através das hipóteses levantadas pelo aluno; ❖ Debater as relações entre a física formal identificando a presença de conhecimento de senso

			comum na estrutura cognitiva do aluno.
--	--	--	--

Fonte: Próprio autor

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM RELACIONADA AO DESENVOLVIMENTO DOS PLANOS DE AULA

Neste capítulo iremos discutir os resultados da aplicação das atividades do produto educacional, com o aluno no laboratório de física. Em algumas atividades contamos com a presença do monitor que o acompanha durante as aulas, nos diferentes contextos da escola (sala de aula e laboratório, por exemplo).

O contexto educacional relatado no capítulo “5.1. Aspectos Gerais da Aprendizagem”, foi, em alguma medida, considerado no planejamento deste produto educacional e na aplicação da sequência didática, visto que esta proposta deve ser diferenciada em relação à uma aula tradicional, pois, por exemplo, relaciona a atividade proposta ao estudante, durante a construção do experimento que este irá realizar com os objetos do conhecimento que se busca transformar em conhecimento e assim o produto vai muito além da construção do conhecimento, quando o próprio estudante tem a oportunidade de uma tomada de consciência a respeito dos fatores capazes alterarem o funcionamento de sua experiência após a conclusão da construção e a passagem para as medidas experimentais, e por isso este trabalho é levado à construção de uma metodologia de estudo para o estudante atípico. Isto não indica que a metodologia da sequência didática aqui apresentada, é específica para alunos incluídos no TEA, neste ponto de vista, o produto educacional aplicado também apoia o ensino de alunos neurotípicos.

A presença do professor no papel de mediador ou parceiro mais capaz (VYGOTSKY., 1987) em muitos momentos ajudou o estudante na construção do conhecimento, ao contrário de momentos onde o aluno buscou pesquisar os tipos de termômetros solicitados na atividade da terceira aula e na pesquisa dos limites de temperaturas para os termômetros. A mediação em momentos posteriores ao reconhecimento dos subsunçores é necessária para apresentar conceitos iniciais corretos do ponto de vista formal da física.

A aplicação do produto ocorreu com alguns desafios. Em muitos momentos foi necessário ter paciência, atenção e exigiu criatividade nos diálogos e na aplicação das atividades. O estudante parecia muitas vezes disposto e contente de estar no laboratório, pois o incluía em uma rotina ativa que o desafiava a aprender, porém em outros momentos o professor

precisou lidar com ecolália em que o aluno parecia não estar integrado às questões que eram feitas, mas apenas repetindo o que era dito. A sensibilidade do professor se fez ainda mais necessária para diferenciar os momentos em que o estudante apenas repetia o que era perguntado pela ausência de subsunçores que o levassem a uma resposta, ou se a repetição da pergunta era um mecanismo que o estudante utilizava para construir uma frase que para ele fizesse sentido na questão.

A avaliação do aprendizado, na perspectiva da Aprendizagem Significativa é realizada durante o processo de ensino-aprendizagem e o professor deve observar as evidências da aprendizagem em cada passo do processo, visto que a tradicional avaliação ao final do processo, causa além de reforço da aprendizagem mecânica, a perda de fatores que a identifiquem (FACCIN e GARCIA, 2017).

As atividades estão descritas nas sequências das aulas, conforme seguem abaixo.

Aula 1:

No primeiro momento o estudante estava animado, pois sabia que iria participar de uma atividade especial e começaríamos assunto novo.

Após uma volta na sala (característica do aluno relacionada à sua condição autística pelos maneirismos e repetições) (KLIN, 2006; DSM – 5, 2014), solicitou-se que o estudante sentasse para que fosse explicado o assunto da aula.

Foram propostas perguntas ao aluno a respeito de formas de medir temperatura. Estas perguntas são importantes, pois segundo Gref (1998) medir temperatura é uma forma pensar questões de saúde e ambientais.

Com este questionário espera-se levantar os subsunçores relativos aos conceitos vivenciados pelo aluno relacionados a temperatura para procurar identificar os conceitos de senso comum presentes na estrutura cognitiva do estudante e promover relações com os conceitos científicos formais que deverão ser construídos nas aulas de aplicação do produto educacional.

Seguem abaixo as perguntas com as respectivas respostas dadas pelo aluno.³

P: Como está o tempo hoje (quente ou frio)?

E: Quente.

P: Qual o valor de temperatura representa isso?

E: Não sei!

³ Nas partes dialogadas das aulas 1, 2, 3 e 4, “P” se refere às questões propostas pelo professor-pesquisador e “E” às respostas fornecidas pelo estudante.

P: Se tu estivesse no polo norte, esta temperatura seria alta ou baixa?

E: Alta.

P: E a temperatura do teu corpo, qual é?

E: Quente

P: E se tu estiveres doente, qual poderia ser a temperatura do teu corpo?

E: Mais quente.

P: Tua mãe testa esta temperatura com que parte do corpo dela?

E: Com a mão ou com os lábios.

P: Esta medida é precisa?

E: Não.

P: Como verificamos estas medidas?

E: Com o termómetro.

P: No dia-a-dia costumamos utilizar gelo no refrigerante ou no suco para resfriá-lo.

De que maneira o gelo faz isso?

E: Ele gela o suco porque está gelado.

P: Nos livros de Monteiro Lobato, O Sítio do Pica-pau Amarelo a tia Anastácia costuma esfriar um bolo colocando-o na janela. Por que o bolo esfria?

E: Por causa do vento.

P: Por que quando estamos com febre e colocamos uma compressa fria na testa o pano é aquecido? O que acontece com a superfície da testa onde o pano é colocado?

E: Por que a testa está quente. Esfria.

P: Mas então o que é temperatura? E por que ela é diferente em algumas situações?

E: Temperatura é se está quente ou frio, depende do que está medindo.

Nas primeiras cinco questões em que é feito o reconhecimento de subsunçores, percebe-se que o aluno reconhece temperatura alta e baixa, quente e frio, mas não interpreta essas relações térmicas numericamente (MOREIRA, M.A. e OSTERMANN, F., 1999).

Ao analisar temperatura no ponto de vista de saúde relacionada à febre (da sexta à oitava questão) o aluno identifica que o corpo fica com temperatura mais alta e a utilização de termómetro como uma maneira de ter precisão na medida de temperatura. Não ficou claro se o estudante reconhecia o valor de temperatura para que se afirme que o ser humano esteja com febre.

Através das respostas obtidas entre a nona e a décima primeira questão, onde este indica que o suco esfria por estar em contato com o gelo e o gelo está em baixa temperatura, assim também o bolo da Tia Anastácia esfria por causa do vento e sobre a compressa, o local em que

é colocada a compressa resfria, observa-se que o estudante entende que algo a baixa temperatura resfria algo que esteja em contato com ele e que o contrário também ocorre ao encostar algo a baixa temperatura em contato com alta temperatura. Porém na décima segunda questão, o estudante volta a indicar que o conceito de temperatura em sua estrutura cognitiva está associado às sensações térmicas, quente e frio, ao afirmar que “temperatura é quente ou frio”, e que seu acesso à quantificação numérica de temperatura e mesmo que a mudança da temperatura se dá através da troca de energia ainda é algo ausente.

O próprio conceito de temperatura é complexo no entendimento de estudantes que não estejam no espectro. Por exemplo, os termos frio e quente, trazidos do conhecimento empírico, fazem mais sentido associados às sensações térmicas do que o conceito de temperatura. Estes termos (frio e quente) estão tão enraizados no senso comum, que para uma desconstrução efetiva e para que o aluno possa utilizá-los corretamente é necessário um trabalho constante durante e após o desenvolvimento das atividades de ensino (SILVA, 2007).

Tendo em mente os conceitos reconhecidos na entrevista do primeiro momento relativa à temperatura, o próximo passo foi aproximar o estudante das relações numéricas da temperatura, lembrando o aluno de temperaturas com valores como o $37,5^{\circ}\text{C}$ para a febre, o 0°C para fazer gelo ou os 100°C para a água virar vapor. O aluno estava impaciente neste momento. Precisava levantar e fazer uma pausa. Caminhou em volta da sala do laboratório por alguns minutos e após a intervenção do monitor voltou para a bancada para continuarmos a aula. Este comportamento está associado ao TEA, como característico do comportamento repetitivo, como uma compulsão por dar esta caminhada em torno da sala. (DSM-5, 2014). O monitor segue como um elo que o aluno escuta e obedece, pois, de certa forma, há ali uma negociação entre o monitor e o estudante pelo contato direto do monitor com a família.

Em seguida foi apresentado ao estudante o vídeo “Cavaleiros do Zodíaco Define Zero Absoluto”⁴, neste vídeo os personagens apresentam a temperatura por sua definição científica como um reflexo do grau de agitação das partículas que compõem a matéria e indica que a menor temperatura possível é conhecida pelo nome de Zero Absoluto, em nossa escala é indicada pelo valor de 273°C negativo. O estudante assistiu o vídeo compenetrado, pois entre os gostos que o aluno tem, assistir a vídeos lhe atrai muito, em alguns momentos das aulas era feita uma negociação com o aluno em termos de realizar a atividade e após a aula, ele poder assistir algum vídeo de seu interesse em seu *smartphone*.

⁴ Adeus ao Mestre aos meus amigos, Cavaleiros do Zodíaco, Cap. 67, Temp. 01, Direção: Massami Kuromada, Toey Animation, [5:54 a 7:10]

Embora, aparentemente tenha assistido com atenção, para o estudante não passou de um momento recreativo, pois ao abrir para o debate, o professor sugeriu a seguinte questão:

P: O que é a temperatura no filme?

E: “Não sei.”

A resposta do aluno foi automática, apenas uma reação a pergunta sem pensar no que o professor queria saber. Apesar da insistência em obter alguma resposta que indicasse obtenção de conhecimento que relacionasse temperatura ao conceito de agitação de partículas (exemplos: “o que o mestre falou sobre os átomos?”, “qual o valor do Zero Absoluto?”, “Se o átomo se mover muito sua temperatura medida será alta ou baixa?”), o estudante apenas respondia não saber. A resistência apresentada pelo estudante indica estar ligada à contrariedade do estudante para retorno ao estudo. Este tipo de comportamento pode indicar seu cansaço no dia específico da aula ou intensão de estar fazendo outra coisa fora da escola.

Já havia encerrado o tempo da aula e a terceira atividade planejada que seria desenvolvida no terceiro momento da aula, não foi possível ser desenvolvida. Assim a utilização do simulador virtual phet⁵, ficou programada para o próximo encontro, pois esta seria uma ferramenta importante para o entendimento do aluno na associação do conceito de temperatura a agitação das partículas que compõem a matéria.

O aluno manteve a ideia do conceito macroscópico de temperatura como medida das de temperatura quente e frio. Os conceitos de senso comum são trabalhados em primeira análise com os estudantes e mesmo para alunos neurotípicos (fora do espectro), são conceitos de difícil desconstrução. Os estudantes carregam consigo desde a infância obstáculos epistemológicos⁶ ligados ao senso comum como dito por Rafael, (2007) que entendem como calor e temperatura termos semelhantes e diferem calor de frio como energias diferentes. Sendo o calor uma medida de temperatura alta, sendo também um fluido que os corpos possuem ao estar quentes. Por outro lado o frio sendo um fluido diferente e oposto ao calor que leva ao entendimento de baixa temperatura. O autor acima citado ressalta que para a transposição desta barreira epistemológica o professor deve levar em conta o conhecimento prévio do estudante, buscando muito mais que uma troca de conhecimentos em que o aluno está inerte recebendo as informações, este deve

⁵ Simulador virtual PHET da cidade do colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html acessado última vez em 30/07/2022

⁶ Obstáculo epistemológico, foi apresentado por Gaston Bachelard em “A formação do Espírito Científico” (1938). Segundo Bachelard o obstáculo epistemológico é o que impede a evolução do conhecimento científico agindo com base no conhecimento de senso comum, este deve ser desconstruído e superado para que haja evolução na pesquisa científica, já que esta construção anterior traz consigo falhas mal estruturadas que se consolidam na forma de obstáculos (TRISKA, 2020, BACHELARD, 1996).

estar em ação interagindo com os conceitos, sendo colocado em confronto com as situações onde as construções de senso comum não sejam capazes de responder ou resolver problemas conceituais propostos.

Fechamento:

Para a finalização foi solicitado ao aluno que este descrevesse em seu caderno de campo as atividades e procurasse colocar, inicialmente de maneira livre o que se lembrava da aula. No caderno de campo o aluno não conseguiu transcrever o que foi trabalhado em aula sem intervenção do professor e do monitor. Foi necessário relembrar algumas discussões relativas ao questionário e discutir o vídeo com questões bem específicas ao vídeo, como o que é “temperatura pelo que diz o vídeo?” ou “O que o vídeo mostrou sobre a temperatura no desenho do átomo apresentado?”

A ambas questões o aluno respondeu literalmente o que havia visto, sem apresentar necessariamente indicação de aprendizagem significativa. Deve-se lembrar de que a aprendizagem significativa é identificada quando o estudante traz um novo conceito associado a um antigo de forma não literal e não arbitrária, podendo associar estes conceitos de formas variadas ao contrário da aprendizagem mecânica onde o estudante apenas reproduz o que foi apresentado. Também que a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa estão em um espectro onde a aprendizagem mecânica está em uma ponta e a aprendizagem significativa está na outra (MOREIRA, 2011).

O autor entende que a aprendizagem relacionada ao estudo da terminologia nesta aula está associada à apresentação dos conceitos estudados de maneira não literal ao que foi mostrado no decorrer da aula. Palavras que o aluno pode utilizar para indicar aprendizagem do conceito de temperatura é o movimento, agitação, velocidade, rapidez associando estas palavras as partículas que compõem a matéria (GRINGS, E. T. O., *et al.*, 2008). Aqui apresenta-se a aplicação da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Moreira, 2003) partimos de conceitos mais gerais ligados ao cotidiano e ao conhecimento de senso comum partindo para conceitos mais específicos do movimento das partículas, procurando na parte final da aula conectar as duas formas de conhecimento, identificado pela teoria a diferenciação progressiva e a reintegração integrativa (Moreira, 2003).

Foi perceptível ainda a resistência do estudante em continuar com aula neste dia, o que indicou uma possibilidade maior de não trazer respostas por sua insatisfação na continuidade do estudo no dia em questão do que uma possível não construção de conhecimento.

Aula 2:

Na segunda aula de aplicação do produto o estudante chegou disposto. Após os cumprimentos e o aluno dar uma volta em torno das bancadas do laboratório, o professor e o estudante se dirigiram a bancada em que seria iniciado o estudo daquele encontro.

Apresentou-se ao estudante o plano de aula do dia:

- 1) Questionário para lembrar a aula anterior;
- 2) Demonstração do simulador não visualizado na aula anterior;
- 3) Atividade experimental;
- 4) Preenchimento do caderno de campo.

Para resgatar um pouco do estudo feito na última aula, procedemos com algumas questões (GREF, 1998).

P: O que é temperatura?

Esta pergunta o aluno respondeu com intervenção do professor, puxando pela memória o vídeo que assistimos na aula anterior.

P: Por quais meios podemos verificá-la?

E: “Com o termômetro”.

P: Estes meios que você sugeriu são eficientes? Por quê?

E: “Sim”.

P: Nosso corpo é preciso para verificar temperatura?

E: “Sim!”

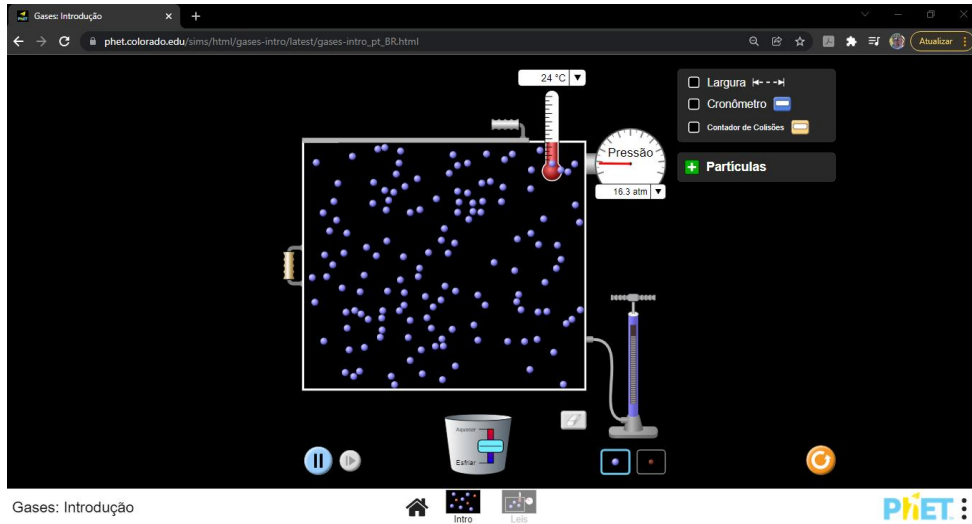
E “Quando está quente e quando está frio.”

Ao responder à questão um com o auxílio do professor, o estudante indicou concordar que alta temperatura estava ligada ao movimento grande das partículas, e baixa temperatura a um movimento mais lento.

Neste momento então o professor apresentou o simulador ao estudante da seguinte forma: apresentou as características do simulador, as partículas que são possíveis utilizar no simulador.

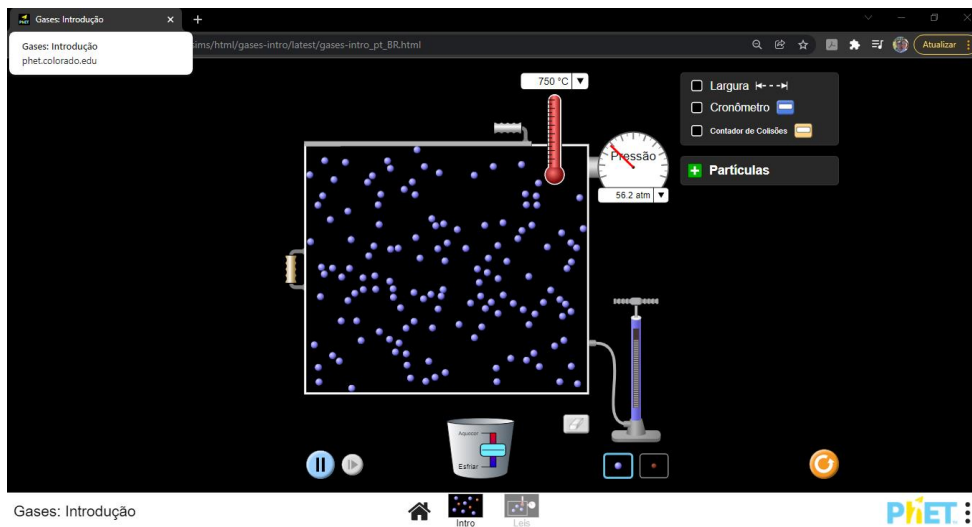
A seguir são apresentadas figuras retiradas trabalhadas neste primeiro momento da aula.

Figura 1: Gás ideal a temperatura ambiente.



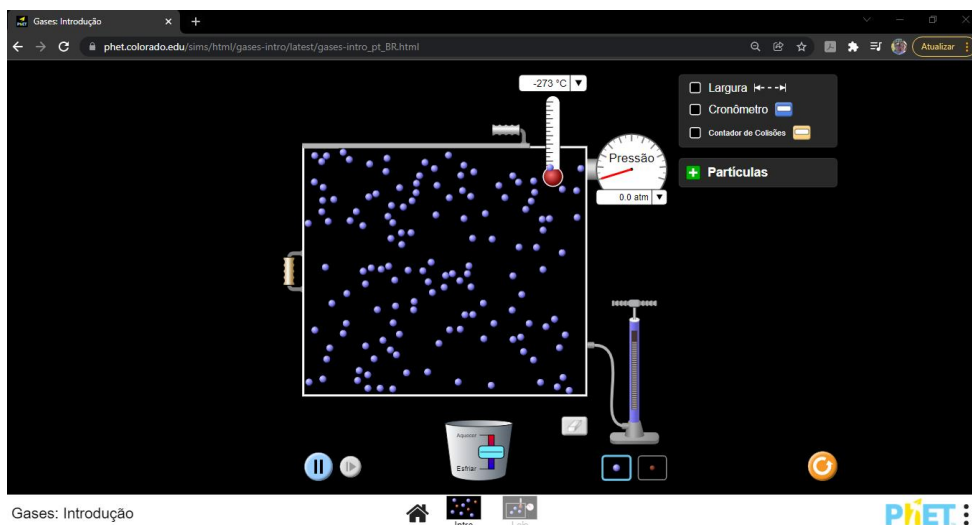
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Figura 2: Gás ideal a alta temperatura.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Figura 3: Gás ideal próximo ao Zero Absoluto.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Na figura 1 está apresentado o gás a temperatura ambiente, o professor procurou guiar o estudante de forma que relacionasse o movimento das partículas do gás a temperatura.

Solicitou-se que o aluno definisse o que podia dizer da velocidade das partículas à temperatura ambiente. O estudante as definiu como lentas.

Ao aumentar a temperatura para um valor mais alto, o estudante percebeu que sua velocidade foi mais alta que a do primeiro caso.

Ao reduzir a temperatura para -273°C o estudante percebeu que a velocidade das partículas diminuiu. Pediu-se ao aluno que comparasse as velocidades nas três situações com os valores das temperaturas, e as inserisse na tabela abaixo:

Tabela 2: Associação entre a “TEMPERATURA” do gás e a “VELOCIDADE” das partículas, em que os valores das colunas correspondentes foram preenchidos pelo aluno.

TEMPERATURA	VELOCIDADE
750 °C	Alta
27 °C	Média
-273 °C	Muito Baixa

Nesta atividade percebeu-se que o estudante começou a associar a intensidade da temperatura com o grau de agitação das partículas de um corpo.

Nossa próxima atividade será procurar desconstruir os conceitos de quente e frio como medidas de temperatura.

O segundo momento iniciou com o resgate de algumas questões para encaminhá-lo as sensações de medida de temperatura. Com base nas dificuldades que o estudante apresenta em montar uma linha de raciocínio mais complexas como visto no DSM-5 (2014), pode ser transtorno do neurodesenvolvimento concomitante ao autismo como um comprometimento intelectual.

Ainda com base no TEA os conceitos abstratos são de grande desafio para a captação do indivíduo autista e assim o é para o estudante do estudo. Assim buscou-se com o estudo aproximar conceitos abstratos do entendimento literal do estudante. Em um estudo a respeito da experimentação no ensino de ciências (SILVA, 2016) demonstra que o uso de experimentação é capaz de motivar e despertar a atenção dos alunos, desenvolver trabalhos em grupo, fazer que o estudante possa desenvolver a iniciativa e tomada de decisões, além de estimular a criatividade, aprimorar a capacidade de observação e registro, analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, aprender conceitos científicos, ajuda o professor a detectar e corrigir erros conceituais dos alunos, bem leva o estudante a compreender a natureza da ciência, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidades manipulativas.

P: Em Porto Alegre, qual a temperatura em um dia quente?

O aluno repetiu:

E: “Quente!”

P: E se a temperatura estivesse em 16°C isso seria quente ou frio aqui em Porto Alegre?

E: “Frio!”

E: “Quente!”

P: Qual dos dois? Se estivesse 16°C, tu usarias casaco ou só camiseta?

E: “Casaco.”

P: Então é frio ou quente?

E: “Frio.”

P: Mas e se estivesse no Polo Sul, será que 16°C seria uma temperatura alta ou baixa?

E: “Mais alta!”

Pausa para o aluno fazer a caminhada dele em torno do laboratório.

Voltando a busca de conceitos presentes na estrutura cognitiva do aluno:

Apresentando para o estudante uma garrafa térmica com água quente (aproximadamente 40°C) dentro.

P: A água está quente ou fria?

E: “Quente.”

P: Como ela foi aquecida?

E: “Com a chaleira elétrica.”

P: E o que a chaleira fez para aquecer a água?

E: “Esquentou com energia.”

P: De onde veio a energia para esquentar a água?

E: “Da luz.”

P: Em que situação permanece quente por mais tempo, garrafa aberta ou fechada? Por que com a garrafa aberta a água esfria mais rapidamente?

P: “Por que tem energia na água e ela sai.”

Mais uma vez o aluno precisou de um tempo para dar uma volta na sala em torno das bancadas. Após isso partimos para a realização da experiência.

Apresentei ao estudante as três bacias e solicitei que despejasse a água em cada uma delas. Ele despejou e então solicitei que colocasse uma das mãos na bacia central, temperatura ambiente e na sequência na água fria e na água morna.

Pedi que comparasse as temperaturas da água em cada bacia.

P: Novamente queremos medir a temperatura da água nas bacias com a mão. Mas desta vez faremos diferente: tu vais colocar a mão direita na água está quente e a mão esquerda na água está fria.

P: Em seguida irá colocar as duas mãos na bacia que contém água da torneira.

P: Na mão direita a água da bacia do meio está quente ou fria?

R: “Na mão direita a água está fria.

P: E na mão esquerda a água da bacia do meio está quente ou fria?

R: “Na mão esquerda a água está quente.”

P O que podemos concluir disso? Será que o problema está nas águas que medimos a temperatura?

Neste caso a pergunta foi muito grande e complexa, novamente foi necessário simplificar a questão:

P: Será que a temperatura é diferente em cada parte da bacia pelo que tu sentiste na primeira vez que colocou a mão?

R: “Não.”

P: Então por que tu tiveste sensações diferentes em cada uma das mãos?

R: “Porque antes as mãos estavam em águas diferentes.”

Trabalhou-se novamente a ideia de sensação térmica, ele fez o experimento colocando a mão no tampo de granito da mesa e nas pernas de madeira percebendo que a temperatura parecia diferente.

P: Questionei o estudante: Será que a mão serve como um bom termômetro?

R: “Não!”

Nesta aula não foi possível que o aluno preenchesse o caderno de campo, pois o tempo da aula terminou e ele teria outra atividade junto aos colegas de sala.

A atividade experimental trouxe ao estudante a desconstrução de medida de temperatura com a sensação térmica. É necessário que se explore um pouco mais este raciocínio nas próximas aulas, para que seja possível identificar se esta desconstrução inicial foi eficaz na estrutura cognitiva do aluno, para procurarmos a construção mais apropriada do conceito de temperatura.

O professor não pode nunca esquecer que a atividade experimental escolar, mesmo em laboratório bem equipado, não é fazer ciência no sentido de pesquisa ou reproduzir a literalmente a realidade, a experimentação é uma atividade capaz de aproximar fenômenos científicos do cotidiano do aluno de forma controlada, mas sem a pretensão de comprovar uma lei científica ou reproduzir na essência os fenômenos estudados.

Aula 3:

Nesta aula o aluno chegou com muito sono, havia acordado mais cedo do que o normal e necessitou que fosse despertado com algumas técnicas de alongamento, tomar água e outras.

Enquanto despertava começou-se o resgate da aula anterior questionando sobre os conceitos quente e o frio que ele logo reconheceu como sendo a temperatura, mas que não era um método assertivo de se referir a ela. Ao ser perguntado quanto seria uma temperatura quente, o aluno respondeu que poderia ser “quarenta graus como no verão”. Então perguntou-se como se poderia saber o valor da temperatura e o estudante foi enfático ao indicar um termômetro. O aluno demonstrou conhecer um instrumento chamado termômetro e explicou que tinha o que ele usava em casa para verificar a febre e um que tinha na parede para saber a temperatura da cozinha.

Descreveu o termômetro clínico eletrônico que tinha e soube dizer que colocava em baixo do braço e os números mudavam. O termômetro da cozinha o estudante descreveu como sendo um vidro com um líquido vermelho dentro que subia e descia conforme mudava a temperatura do dia.

Reconhecido os subsunçores, que o aluno explicitou sobre os termômetros que conhecia e até onde ia o seu funcionamento, era hora de apresentar o vídeo sobre a invenção e o funcionamento dos termômetros.

O aluno prestou atenção ao vídeo, porém quando acabou precisou levantar, caminhar em torno da sala conforme que é um de seus comportamentos ligados ao autismo. Após uns minutos conseguiu-se fazê-lo voltar à bancada para a sequência da atividade.

Questionou-se o aluno da seguinte forma:

P: “Será que é possível observar a dilatação, de fato, em fluidos e transformar em medidas de temperatura?”.

Considerando os resultados de aprendizagem que serão apresentados mais adiante o professor pesquisador chegou à conclusão que não foi apropriada a apresentação dos termos dilatação e fluido sem explicação mais aprofundada dos conceitos destes termos. Poderia ser utilizado modelos mais concretos relativos aos conceitos necessários considerando sua condição no espectro autista.

A esta pergunta, o estudante disse que achava que sim, mas ao estender a pergunta onde ele já havia observado isso não demonstrou a conexão entre o termômetro da sua cozinha ao fenômeno explicado no vídeo. Ao tentar lembrá-lo ele apenas concordou de forma vazia sem trazer comentários adicionais.

A partir daí, começou-se uma nova sondagem a respeito de algum outro termômetro que o estudante já tivera visto em casa, no supermercado ou no laboratório mesmo. Não houve resposta.

Apresentou-se os termômetros à disposição do aluno no laboratório naquele dia. Os termômetros eram: um clínico – eletrônico, um de medida por radiação, um termômetro de laboratório, um termômetro - espeto e um termoscópio construído com balão de vidro e com um tubo de vidro em forma de U.

Figura 4: Termoscópio construído pelo professor - pesquisador com material do laboratório.



Fonte: Próprio autor.

Ao ver cada um demonstrou interesse, mas principalmente no termômetro de radiação LASER e no termoscópio.

A exploração do termoscópio foi por pouco tempo, pois ele iria construir um protótipo na próxima aula, então apenas foi permitida uma breve exploração para deixá-lo curioso para a semana seguinte. O termômetro a LASER ele gostou de apontar para os objetos como se fosse uma arma de filmes de ação e ver o resultado sair na tela.

Então o estudante separou cada termômetro enquanto era questionando onde ele poderia utilizar cada um dos termômetros, observar os valores apresentados em cada um para o aluno ter ideia em que situação poderia utilizar.





Novamente ele teve ideia da utilização dos termômetros mais comuns, o clínico, o termômetro à LASER e como já havia participado de atividades experimentais, o termômetro de laboratório ele sabia também que era para experiências.

Neste momento foi necessária uma nova parada, ele andou em torno do laboratório e pensando sozinho e quando voltou perguntou se a aula já iria acabar. O monitor entrevistou e disse que só depois que acabasse a atividade, o estudante respondeu áspero que não, mas o com segurança na fala e ao mesmo tempo uma dose de carinho o estudante foi convencido a persistir um pouco mais na atividade.

Orientou-se então a pesquisar primeiro no corpo do termômetro se tinha alguma indicação de valores de temperatura que aparelho media e se ele imaginava onde poderia ser utilizado. Quando o termômetro não trazia a indicação da faixa de temperatura o estudante poderia medir. Orientou-se que pesquisasse na internet, necessitando de intervenção do

professor para selecionar um site confiável que trouxesse informações corretas a respeito do termômetro. Nesta etapa da aula o estudante preencheu a tabela a seguir:

Tabela 3: Atividade de pesquisa da relação entre os tipos de termômetros, faixa de temperatura e utilização.

Termômetro		Faixa de Temperatura	Utilização
Clínico	Figura 5: Termômetro clínico  Fonte: aluno.	32°C a 42°C	Febre
Laboratório	Figura 6: Termômetro de laboratório.  Fonte: aluno.	-10°C a 100°C	Experiência
LASER	Figura 7: Termômetro a LASER.  Fonte: aluno.	35°C a 42°C	Corpo e mesa
Espeto	Figura 8: Termômetro espeto.  Fonte: aluno.	-50°C a 300°C	Culinária e experiência

Nesta atividade o aluno recebeu a tabela apenas com a primeira coluna preenchida, então o estudante fotografou os termômetros em sua posse no laboratório e pesquisou as informações para preencher as outras colunas.

Ao final da atividade retomou-se cada termômetro da tabela discutindo um pouco o funcionamento dos termômetros digitais a título de curiosidade. Ao finalizar a aula foi lembrado ao estudante que na semana seguinte ele construiria um termômetro próprio.

Durante a discussão o estudante conseguiu apresentar a utilidade dos termômetros, agora visto durante a sua pesquisa mesmo em situações um pouco diferentes daquelas apresentadas anteriormente. Associando, por exemplo, o termômetro espeto à culinária e o termômetro clínico a aferição de febre não apenas em humanos, mas também em animais de estimação. Lembrou inclusive de ter visto esta utilização em sua cachorrinha ao levar a mesma ao veterinário.

Aula 4:

O aluno ao chegar no laboratório parecia animado. O professor pesquisador já se encontrava no laboratório. Segundo o monitor, ele dizia com bastante entusiasmo que estava feliz, pois iria montar um experimento.

No primeiro momento nos dirigimos ao termoscópio apresentado na aula anterior. Questionando o aluno se ele se lembrava do tema que estávamos tratando, ele respondeu afirmativamente.

Abaixo segue o diálogo entre o estudante e o professor.

E.: “Sim!”

P Qual é o tema?

E: “Temperatura.”

E: “Termômetro!”

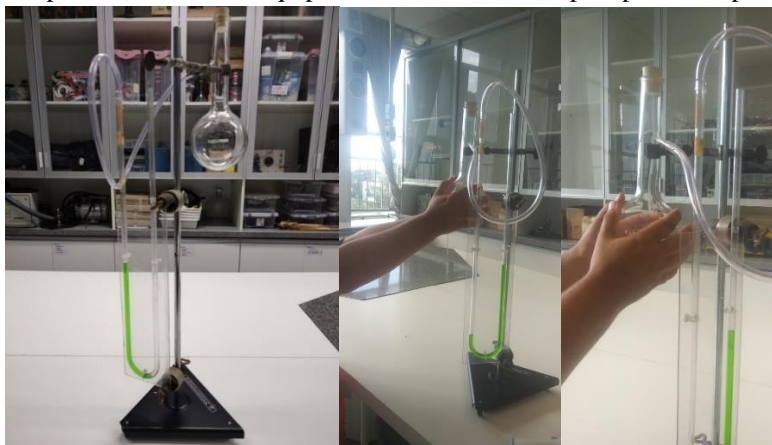
Novamente apresentou a dupla resposta quando ele não tem certeza qual a resposta dar.

Confirmado que as duas respostas na verdade estavam corretas, o professor pesquisador continuou perguntando se ele lembrava-se da aula passada que havia visto aquele instrumento.

Com uma afirmativa já foi se dirigindo para o termoscópio e com as mãos segurou o balão de vidro.

O termoscópio é composto por um balão de vidro pendurado apenas com ar dentro dele, ligado por uma mangueira a um tubo em formato de U na vertical em que há um pouco de água com corante dentro do tubo para melhor visualização do nível d'água. O equipamento é mostrado na figura abaixo na figura 4.

Figura 9: Termoscópio construído com equipamentos de laboratório pelo professor-pesquisador.



Fonte: Arquivo professor pesquisador.

Divertiu-se muito vendo a água no tubo em U subindo em um lado do tubo e baixando no outro quando sua mão segurava o balão. Perguntou-se ao estudante, então:

P: Por que a água dentro do tubo se mexe quando tu colocas a mão no balão de vidro?

E: “Porque empurra ela.”

P: O que empurra a água? A tua mão?

E: “É.”

O aluno deu esta resposta meio vazia, sem certeza do que estava dizendo.

P: Mas a tua mão tocou na água ou apertou a garrafa?

E: Não.

P: Então não foi a tua mão, o vidro nem mesmo foi amassado.

P: O que tem dentro do balão de vidro?

E: “Nada.”

P E aqui na sala na parte de fora do vidro, tem alguma coisa?

E: “Não.”

O exposto pelo estudante primeiramente, está dentro do esperado, visto que mesmo para estudantes neurotípicos em um primeiro momento não reconhecem a presença do ar como substância termométrica e por consequência como aquela que irá dilatar, ou especificamente a presença deste em uma variedade de situações (incluído a permanência em um copo colocado sobre uma vela até apagar ou experimento em que um ovo cozido é colocado na entrada de uma garrafa cujo interior também é colocado uma substância queimando trocando o ar por uma substância com mais dióxido de carbono que oxigênio) não foi identificado por professores da educação infantil (TORRES e NAGASHIMA, 2021).

Nota-se aí que a presença do ar atmosférico é um conceito bastante abstrato para ele. Era necessário buscar algo mais concreto para o aluno. É importante lembrar que para estudantes dentro do espectro a dificuldade com abstrações é uma das características do indivíduo. (DSM-5, 2014)

P: Quando a tua mãe faz comida, enquanto ela ainda está cozinhando, tu sentes alguma coisa vinda da cozinha?

E: “Sim.”

E: “Não.”

P: E o que vem da panela e se espalha pela cozinha? O que é?

E: “O cheiro.”

P: E o cheiro fica onde pela cozinha?

E: “No ar.”

P: E tu consegues ver o ar que está na cozinha?

E: “Não.”

P: E aqui na sala do laboratório, tem ar?

E: “Sim.”

P: E dentro do tubo, será que pode ter ar?

E: “Sim.”

P: “O que acontece com o vidro e com o ar quando tu colocas a mão no vidro?”

E: “Não sei.”

P: Que temperatura está tua mão?

E: “Quente.”

P: E o vidro?

E: “Frio.”

P: Quando tu encostas a mão no vidro o que acontece com a temperatura dele?

E: “Aumenta.”

P: Será que se a temperatura do vidro aumentar ele também aumenta a do ar que está lá dentro?

E: “Sim.”

P: Te lembras do vídeo que assistimos umas aulas atrás, sobre a história dos termômetros?

E: “Sim”

P: O que acontecia com o ar quando era aquecido?

E: “Não sei.”

P: Quando tu aqueces o ar, as moléculas dele ficam mais rápidas ou mais lentas?

E: “Rápidas.”

P: Se elas ficam mais rápidas, elas precisam de pouco ou muito espaço para se deslocar?

E: “Muito.”

P: Então será que o ar dentro do vidro também não precisará deslocar-se mais e precisará de mais espaço? Como ele vai conseguir se há água dentro do tubo?

E: “O ar empurra a água.”

O professor pesquisador então respondeu:

P: E quando o ar dentro do tubo empurra a água para um lado, ela parece crescer do outro. Mas quem dilata é o ar e não a água, a água apenas se move.

Nesta parte dialogada da aula, o professor pesquisador não pode se apegar um roteiro, visto que o estudante poderia não ter muitos subsunçores, assim como a percepção do que empurrou a água dentro do tubo de vidro tentar levá-lo a tomada de consciência que havia ar dentro do tubo e o ar que empurrou a água. Passar então desta percepção para a noção de que o ar empurra a água, pois ele dilatou e expandiu são desafios que, apesar de perceptíveis a olho nu, não vemos as partículas se separando ou se agrupando (no caso de resfriamento) em cada situação.

Assim que o aluno se inteirou da atividade, passamos então a construir o dele. Mostrado o modelo do professor, ele passou a tentar construir o seu. Sua habilidade motora é pouco desenvolvida, com isso demonstrou dificuldade no corte da mangueira e na vedação da tampa da garrafa. A hipotonia e incoordenação são características do indivíduo autista (MING *et al*, 2007), e por esta razão é fundamental que se permita ao estudante realizar a maior parte das atividades, visto que nesta parte da atividade o atraso do desenvolvimento das habilidades motoras está sendo trabalhado oportunizando ao estudante este desenvolvimento ou o aperfeiçoamento destas habilidade. Aqui a autonomia do estudante deve ser incentivada, o papel do professor como parceiro mais capaz (VYGOTSKY, 1987), passando aos poucos controle metacognitvo da atividade. Assim a orientação do que o estudante deve fazer no corte, no furo e nas marcações dando apenas o apoio a atividade em contraponto a realização da atividade no lugar do estudante, deve ser a tônica da construção do experimento.

Seguem as figuras da construção do termoscópio do aluno:

Figura 10: Material para a montagem e exemplo construído pelo professor.



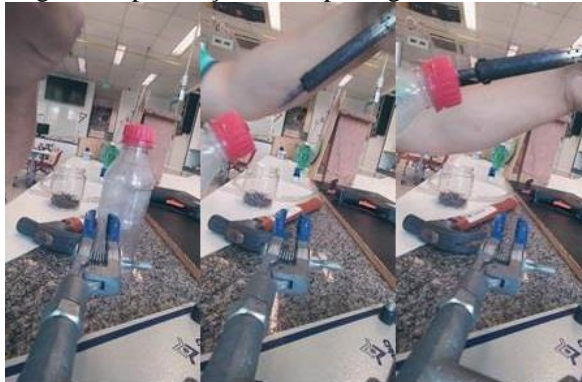
Fonte: arquivo professor-pesquisador

Figura 11: Ferramentas para a construção básica.



Fonte: Arquivo professor-pesquisador.

Figura 12: perfuração da tampa da garrafa.



Fonte: arquivo professor-pesquisador.

Figura 13: construção pelo estudante.



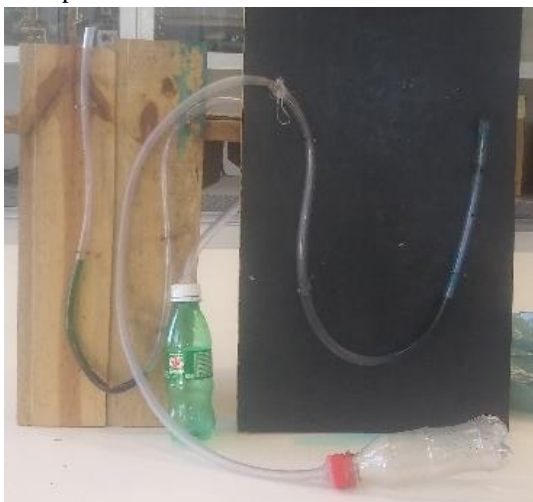
Fonte: arquivo professor-pesquisador.

Figura 14: Vedação da mangueira.



Fonte: arquivo professor-pesquisador.

Figura 15: Termoscópio construído pelo estudante ao lado do modelo construído pelo professor – pesquisador.



Fonte: arquivo professor-pesquisador.

Após o aluno concluir a construção do seu termoscópio, passamos a explorá-lo observando possíveis defeitos de construção: a fixação da mangueira ao prego e a madeira sem comprimir a mangueira, a presença suficiente de água para que o movimento seja visualizado e a fonte de erro mais comum que é a vedação da mangueira à tampa da garrafa, pois esta pode dificultar a movimentação da água dentro da mangueira permitindo a saída de ar por alguma folga.

Assim, com os defeitos de construção corrigidos passamos a explorar o termoscópio.

Marcamos o ponto inicial do nível da água para servir de referência e o aluno foi questionado sobre o significado daquele ponto. Rapidamente o estudante respondeu: “temperatura”.

P: Qual temperatura?

O aluno respondeu como de costume, primeiro “não sei” e na sequência “da garrafa”, parecendo que a primeira resposta era para ele um tempo para pensar.

P: E qual seria a temperatura da garrafa neste momento?

E: “Não sei!”

Nesta resposta o estudante indicou mesmo não fazer relação entre a temperatura da garrafa e do ambiente. Então foi necessário construir uma linha de raciocínio, para que e o estudante se desse conta:

P: A garrafa está em contato constante com a sala, a sala é o ambiente, então a primeira marcação será a temperatura de onde?

E: “Da sala!”

O aluno segurou a garrafinha, sem apertar, apenas aquecendo-a com a temperatura do seu corpo. A orientação para este procedimento foi para que o estudante identificasse o aquecimento do termoscópio com a temperatura do corpo, construindo uma escala de comparação do nível atingido pela água no termoscópio a partir do aquecimento da garrafa (e do ar dentro dela) pela temperatura da mão do estudante, com a altura atingida pelo líquido. Em seguida colocamos a garrafinha em um recipiente com água gelada (com a temperatura próxima da temperatura do ponto de fusão) observando o efeito ocorrido, novamente tentando explicá-lo. Em seguida, fez-se o mesmo em um recipiente com água quente (a cima de 60°C) e verificando o que ocorreu.

Na figura 16 observamos as medidas feitas pelo estudante. Em cada medida se fez uma sequência de perguntas para a construção de aprendizagem ou mesmo de memorização da explicação dos fenômenos observados. Embora o ideal seja que a aprendizagem significativa esteja em primeiro lugar, há um espectro em que a aprendizagem significativa está em um extremo e a aprendizagem mecânica esteja no outro, pode-se iniciar o processo de aprendizagem com a memorização de alguns conceitos que está mais ligada à aprendizagem mecânica e na sequência progredirmos para que ela se torne significativa (MOREIRA e OSTERMANN, 1999).

Figura 16: Medidas de temperatura e marcações feitas pelo estudante.



Fonte: arquivo professor-pesquisador.

P: “Tu te lembras qual a marcação da água fria?”

E: “Essa.” E apontou para a marca mais baixa, o que demonstra que o estudante, talvez houvesse conectado o movimento da água com a temperatura relativa ao início do experimento.

P: “O que ocorreu com o ar dentro da mangueira quando mergulhamos a garrafa na água fria?”

E: “Não sei.”

P: “O líquido foi para que lado?”

E: “Para a esquerda.”

P: “E quando o líquido da mangueira foi para a esquerda o espaço que tem ar na mangueira aumentou ou diminuiu?”

E: “Diminuiu.”

P: “Isso significa que o ar contraiu ou expandiu dentro da garrafa e da mangueira?”

E: “Contraíu.”

P: “E qual a indicação da água quente?”

O estudante mostrou a marcação mais alta, indicando para que lado a água iria quando estivesse a uma temperatura mais alta.

P: “E neste caso, o ar da garrafinha expandiu ou contraiu?”

E: “Expandiu.”

Neste ponto o estudante parece revelar que houve um alcance em sua estrutura cognitiva do conceito abstrato relativo a expansão e a contração para o aquecimento e resfriamento do gás dentro da garrafa, respectivamente.

Então, o professor solicitou que o aluno montasse os esquemas no seu caderno virtual transcrito a seguir na figura 17:

Figura 17: :Esquema construído pelo estudante em seu caderno virtual da relação entre a temperatura e o nível de água no termoscópio.

Mão – aquece a garrafa – garrafa aquece o ar – ar expande na garrafa – empurra a água da mangueira – marcação 2.

Água quente – aquece a garrafa – garrafa aquece o ar – ar expande na garrafa – empurra a água da mangueira – marcação 4.

Água fria – esfria a garrafa – garrafa esfria o ar – ar diminui na garrafa – empurra a água da mangueira para outro lado - marcação 3.

Fonte: Próprio Autor.

De maneira independente o estudante construiu parte da sequência sem a grande interferência do professor. Percebeu que o aquecimento da garrafa e do ar se deve à sua mão aquecida e através de um reforço na interação professor/aluno por questões como “O que o ar aquecido faz com a água?” o aluno busca dentro de sua estrutura cognitiva associação entre o ar aquecer e empurrar a água da mangueira.

Aqui nesta ferramenta, na primeira linha, o aluno fez uma ligação entre a temperatura que se encontra a garrafa e a temperatura da mão chegando à compreensão que a marca que fizemos no instrumento do aluno inicialmente era a temperatura de sua mão.

Da mesma forma na segunda linha o estudante relacionou a marcação que identificou como quarta marcação, como sendo a da água quente e o processo idêntico ao do aquecimento provocado por sua mão.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de aplicação das aulas foi trabalhoso e exigiu além de paciência resiliência ao programa da aula. Embora os estudantes que estejam no espectro autista sejam apegados à rotina, conforme a literatura indica (SANTOS e VIEIRA, 2017), é necessário que o professor esteja conectado a mudanças no plano de aula para atuar como parceiro mais capaz (FINO, 2001), como ocorrido na aula 3 e 4, por exemplo, onde na aula 3, o termômetro espeto, já era conhecido do estudante por visualização em culinária e era esperado que este se recordasse de experiências utilizadas no laboratório em outros momentos, e na aula 4, mesmo sendo esperado que o estudante não reconhecesse a existência do ar dentro da mangueira como substância termométrica, a demonstração do “nada” (TORRES e NAGASHIMA, 2021) considerando a concepção do estudante, é na verdade a existência do ar atmosférico, então o professor pesquisador direcionou a atenção e memória do aluno, ao cheiro, associando ao ar, cuja relação proposta, é presença comum na vida cotidiana.

Na aula 1 a identificação na estrutura cognitiva do aluno, da existência das relações de quente e frio como “categorias” de temperaturas, oferece um ponto de partida para a construção de um conceito mais abstrato de temperatura, em que se possa, aos poucos relacionar com a energia cinética das partículas, assim como utilizou-se desta visualização no simulador da segunda aula, o valor de temperatura com o movimento das partículas, e partir então, para a adequação dos conceitos relativos aos termos quente e frio vistos nos experimento ainda na aula 2, com o experimento da bacia. Embora a ideia de sensação térmica, relativa aos conceitos citados acima, seja algo não totalmente desconstruído para o estudante, a simples noção de que existe este conceito, e que este podem promover ideias diferentes, para o professor pesquisador é um indicativo que o estudante já é capaz de produzir alguma adequação aos conceitos mais abstratos de temperatura.

A aula três trouxe ao estudante a oportunidade de lidar com os equipamentos efetivos para a aferição da temperatura, modelos diferentes, aplicações e faixas diferentes de temperatura, o que culminou na apresentação do termoscópio produzido no laboratório. Este tipo de construção, ainda na concepção do professor pesquisador, chama atenção do aluno, pois embora saiba que a aula experimental não tenha o objetivo de fazer ciência no sentido estrito da expressão, o estudante sente como se o fizesse, alcançando além de um potencial para melhor a aprendizagem, assim como também foi observado nas questões individuais da autoestima. A adaptação do material de laboratório para um material de baixo custo, é oportunizado ao estudante na construção de experimentos, tendo assim a noção de que pequenas demonstrações podem ser feitas de formas bem simples.

Na aula quatro, consegue-se perceber pela construção, que houve ali indício de aprendizagem relativa ao conceito concreto de temperatura, relativa a agitação e mais ainda, a dilatação e contração (embora o estudante tenha utilizado o termo diminuir para espaço ocupado pelo ar dentro da mangueira) das substâncias durante o aquecimento e o resfriamento.

Outras conquistas desta atividade podem não ser passíveis de medida, como o trabalho relativo a coordenação motora e a habilidades trabalhadas pelo estudante na construção do termoscópio. A colocação de água na mangueira, o planejamento para construção e o cuidado nas marteladas dos pregos e no corte da mangueira, assim como a utilização de equipamento quente para o furo na tampa da garrafa. Todas estas são habilidades trabalhadas capazes de produzir um desenvolvimento mais profundo na estrutura cognitiva do estudante, cuja motricidade não lhe permite nem mesmo uma escrita legível.

É importante observar que neste estudo, que embora o aluno pertença a sala de aula regular, a atividade foi feita de maneira individual, o que facilita a aplicação do trabalho, mas desta forma, não possibilita uma inclusão da maneira desejada. O estudante é socializado na sala em uma perspectiva geral, embora alguns aprendizados sejam realizados de forma individual. Ao mesmo tempo, deve-se considerar que embora seja uma aula individualizada, existe sempre a mediação da linguagem dos professores orientadores da atividade em confluência com a linguagem do estudante, e que este estará mediado pelo coletivo da aula regular. Esta mediação da linguagem nos processos de aprendizagem e desenvolvimento, são descritos em Moreira (2008).

Espera-se que este trabalho, e o autor acredita nisso, possa ser aplicado em um ambiente menos controlado, em sala de aula regular com estudantes neurotípicos junto aos de inclusão. O planejamento e principalmente o respeito ao tempo de cada estudante, deve ser levado em consideração.

Oportunizar aos estudantes neurotípicos situações pedagógicas que sensibilizem a orientação do colega de inclusão, e permitam que o mesmo tenha a oportunidade de desenvolver habilidades comuns a todos os estudantes e assim, promover a aprendizagem em um âmbito educacional ligado a matriz curricular, tanto quanto a matriz sócio emocional, é um desafio. Propõe-se então uma aprendizagem e desenvolvimento, para aprendizagens técnicas, científicas, mas também para valores éticos e empáticos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Harbra, 1979. v. 2.

AUSUBEL, D.P. Educational Psychology: Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc, 1968.

BACHELARD, G. (1996). A formação do espírito científico. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto. (Trabalho original publicado em 1939);

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988

CARLO, M.M.R.P. Se essa casa fosse nossa... Instituições e processos de imaginação na educação especial. São Paulo: Plexus Editora, 2001.

CAVALCANTI, T. C. F., FERREIRA, S. P. A.; Impedimentos cognitivos e a acessibilidade comunicacional na escola: contribuições da teoria de Vygotsky, 2011, UFPE, Recife, Pernambuco.

FACCIN, Franciele; GARCIA, Izabel Krey Garcia; Proposta De Uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa Sobre Temperatura, Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V7(2), pp. 18-28, 2017

FINO, C.N., A Zona de Desenvolvimento Proximal, Revista Portuguesa de Educação, Vol14, n 2. Pp 273-291, 2001.

FOURNIER, K.A.; HASS, C.J.; NAIK, S.K.LODHA, N., CAURAUGH, H.. Motor Coordination in Autism Spectrum Disorders: A Synthesis and Meta-Analysis. J Autism Dev Disord, 2010. 40:1227 – 1240

FRIAS, E. M. A., Inclusão Escolar do Aluno com Necessidades Educacionais Especiais: Contribuição ao professor do Ensino Regular, Universidade Federal de Maringá, 2008/2009.

GOBARA, S.T., VARGAS, J.S., Interações entre o aluno com surdez, o professor e o intérprete em aulas de física: Uma perspectiva Vygotskiana. Revista Brasileira de Educação Especial. v.20, nº3, pág 449-460, 2014.

REF, Física. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2.

GRINGS, E. T. O., CABALLERO, C., MOREIRA, M. A., Uma proposta didática para abordar o conceito de temperatura a partir de situações, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Vol. 1, n. 1, 2008.

GUSMAN, Silvia. Aplicação da Escala de Desenvolvimento Motor de Rosa Neto em Crianças com Transtorno do Espectro Autista: Um estudo Exploratório, Mackensie, São Paulo, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNIK, R.; WALKER, J., Fundamentos de física. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2012 vol 2;

HEWITT, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002

KLIN, A. Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral, Revista Brasileira de Psiquiatria. vol.28 suppl.1 São Paulo May ,2006.

American Psychiatric Association. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5, 5a ed.:. Porto Alegre, RS: Artmed, 2014.

MANTOAN, M. T. E. Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2006.

MING, X.; BRIMACOMBE, M.; WAGNER, G.C.. Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. Brain and Development, 2007.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Aprendizagem Significativa Em Revista, 1(3), 25–46. Retrieved from http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/1778-0.pdf, 2011.

MOREIRA, M. A. O construtivismo de Ausubel - Texto preparado para a disciplina de pós-graduação Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior - Instituto de Física – UFRGS (2003). p5.

MOREIRA, M. A.; Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa, Ensino, Saúde e Ambiente, v.1, n.2, p 2-13, dez.2008.

MOREIRA, M.A., OSTERMANN, F., Teorias Construtivistas - Texto de apoio ao professor de física, 1999, n.10

NUSSENZVEIG, M. Curso de Física Básica, V.4, 4ª Ed, Editora Blucher, 2002

PAIVA, V. B., Ensino de Física para Aluno Surdos: Análise da Linguagem na Compreensão de Conceitos de Óptica Geométrica, 2016. Dissertação de Mestrado, CEFET/RJ.

PINTO, R. N. M., *et al.* Autismo infantil: impacto do diagnóstico e repercussões nas relações familiares Revista Gaúcha Enfermagem. Set.; 37(3): e61572, 2016.

PIRES, D. P. L; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B.; História da Física A termometria nos séculos XIX e XX. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, 2006.

PIVATTO, M. W., Aprendizagem Significativa: Revisão Teórica e Apresentação de um Instrumento para Aplicação em sala de aula, Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia do

Campus Jataí – UFG, v.32, 2013. RODRIGUES, S. F., Vídeos Bilingues: Ensino das Leis de Newton para Estudantes Surdos e Ouvintes, 2020. Dissertação de mestrado, MNPEF/UFRGS.

RAFAEL, F. J. (2007). Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte), 2007.

RODRIGUES, E. K. V., O Ensino de Física para Deficientes Visuais: Uma Proposta Aplicada à Mecânica, 2007. Universidade Estadual do Ceará.

NETO, F. R.; Santos, A.P.M., Xavier, R.F.C., Amaro, K.N. A Importância da Avaliação Motora em Escolares: análise da confiabilidade da Escala de Desenvolvimento Motor. Rev Bras Cineantropom Hum 2010, 12(6):422 -427.

SANTOS, A. M.; CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L.; O Ensino de Física para Jovens com Deficiência Intelectual: Uma Proposta para Facilitar a Inclusão na Escola Regular, Revista Educação Especial, v.32, 2019.

SANTOS, R. K.; VIEIRA, A.M.E.C.S.; Transtorno do Espectro do Autismo (TEA): do Reconhecimento à Inclusão no Âmbito Educacional, Universidade em Movimento: Educação, Diversidade e Práticas Inclusivas v. 3 n. 1, 2017.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 2;

SILVA, Jeany Eunice da.; O Uso do Termoscópio e da Contextualização Histórica Criação e Aplicação de uma Unidade Didática para o Ensino de Termometria. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

SILVA, E. J. (2007). As dificuldades encontradas pelos alunos do Ensino Médio nos conceitos de Calor e Temperatura. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2007, 85p. Monografia (Graduação) - Curso de Graduação em Licenciatura Plena de Física, Universidade Federal do Ceará. Ceará.

SILVA, V. G. DA; A Importância Da Experimentação No Ensino De Química E Ciências; (Trabalho de Conclusão de Curso); UNESP, 2016.

SIQUEIRA, A. B.; OLIVEIRA, M. S.; COSTA, R. S.; O uso de termômetros digitais para o ensino de física para alunos do segundo ano do ensino médio da EJA; XIII Semana da Física, Ji-Paraná, 04 a 08 de novembro 2019.

TORRES, K. G. F; NAGASHIMA, L. A.(2021). Considerações Sobre O Estudo Do Ar Na Área De Formação Dos Professores Do Curso De Pedagogia; Experiências em Ensino de Ciências v.16, n.1 p. 26- 49

TRISKA, V.H.C., Pai: Obstáculo Epistemológico, *Psicologia USP*, Vol. 31, e180206, 2020.

VYGOTSKY, L. S.; LURI, A. AR.; LEONTIEV, A N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo, Icone, 1988.

VYGOTSKY, L. S. (1987) *Mind in Society - The Development of Higher Psychological Process*. Cambridge MA. Harvard University Press.

VYGOTSKY, L.S. (2004). *Psicologia Pedagógica*. (Bezerra, P., Trad.). São Paulo: Martins, Fontes (Original publicado sd.).

APENDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

PROPOSTA DE FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DE INCLUSÃO COM DÉFICIT COGNITIVO

Giovani Ritta Rodrigues

Prof.^a Dr.^a. Karen Cavalcanti Tauceda
Orientadora

Prof. Dr. Nathan Willig Lima
Coorientador

Tramandaí
Setembro de 2022

FIGURAS:

Figura 18: Simulado Phet para gases indicando o local para mudança de unidade de medida de temperatura:	73
Figura 19: Gás ideal a temperatura ambiente.	73
Figura 20: Gás ideal a alta temperatura.....	74
Figura 24: Modelo de Termoscópio construído pelo professor.....	82



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



TABELAS

Tabela 4: Visão Panorâmica da Organização da Sequência Didática Potencialmente Significativa proposta.....	67
Tabela 5: Associação entre a "TEMPERATURA" do gás e a "VELOCIDADE" das partículas, em que os valores das colunas correspondentes deverão ser preenchidos pelos alunos.	75

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	65
2.	REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	65
3.	CONCEITOS FÍSICOS DA TERMOMETRIA	66
4.	PRODUTO EDUCACIONAL.....	67
4.1.	VISUALIZAÇÃO GERAL DO PRODUTO.....	67
4.2.	PLANOS DE AULA.....	69
	AULA 1.....	69
	AULA 2.....	71
	AULA 3.....	77
	AULA 4.....	80
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
6.	REFERÊNCIAS.....	86



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



1. INTRODUÇÃO:

Querido(a) professor(a).

Desde o início de minha jornada em sala de aula, tive o desafio ensinar a física aos alunos com as mais variadas dificuldades. Já em minha primeira turma em uma oitava série (atualmente equivalente ao nono ano) recebi a grata missão de ensinar física para um estudante de inclusão com limites severos, o que exigiu de mim muito mais que a paixão pela carreira criatividade e decisão de ensinar física para aquele menino nas condições que eu era capaz naquele momento.

Este foi um dos principais motivadores em minha decisão de criar um produto que apoiasse professores para o ensino de física, cuja formação não instrumentalizou para o desafio de ensino de estudantes de inclusão que agora é mais que uma opção, é uma lei.

Neste trabalho você vai encontrar a sugestão de quatro aulas com atividades adaptadas para alunos de inclusão com o Transtorno Espectro Autista (TEA) e com déficit cognitivo, para o ensino de termometria e a construção de um termoscópio. No capítulo 2 você irá encontrar os referenciais que deram embasamento para o plano didático do produto educacional e em seguida, no capítulo 3 os conceitos físicos objetivados na aplicação do produto. Nos capítulos seguintes estarão o plano de aula e as orientações para a construção e aplicação dos experimentos.

É importante notar que em cada passo da aplicação há sugestões e a preocupação com a adaptação da atividade e do material ao público que se procura trabalhar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Para que seja possível a construção de conhecimento com base nestas atividades foi utilizado como suporte o DSM – 5 (DSM-5, 2014) que apresenta e orienta as características físicas e cognitivas de indivíduos com TEA. A partir das relações feitas com as características de alunos de inclusão que tiveram seu desenvolvimento cognitivo alterado pelo TEA, foi proposto com base na Teoria Sócio-Interaionista de Vygotsky (VYGOSTSKY, 1987, 2004) uma sequência em que, em um primeiro momento o professor desempenha o papel de

parceiro mais capaz, podendo identificar a zona de desenvolvimento real do estudante e assim com apoio da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (Moreira, 2003, 2011) o professor poderá propor atividades de ensino-aprendizagem, como a própria teoria indica, quais os conceitos que o estudante evidencia em sua estrutura cognitiva, para a partir disso possibilitar a construção de uma aprendizagem potencialmente significativa, considerando a mobilização desses conhecimentos na perspectiva da “zona de desenvolvimento proximal”.

Aliando a perspectiva de Vygostky com a teoria de aprendizagem significativa, onde o professor constrói e explicita junto ao aluno ferramentas para a construção do conhecimento, após cada ciclo de aprendizagem ocorram possibilidades, tanto para o discente como para o docente, para a evolução no processo de “ensinar e aprender”, em que o professor partindo dos conhecimentos prévios do estudante, promove a conexão com o conhecimento já aprendido, ou mesmo partindo de um conhecimento de senso comum equivocado cientificamente, estes conhecimentos sejam conectados na estrutura cognitiva do aluno com os novos conceitos a serem aprendidos.

3. CONCEITOS FÍSICOS DA TERMOMETRIA

Este produto educacional está focado no conceito de temperatura e suas formas de verificá-la por meio de uma medida. Procura-se mobilizar os conceitos de senso comum, quente e frio, para possibilitar a compreensão das sensações térmicas diferentemente do significado da medida de temperatura. Para isso, deve-se lembrar que a temperatura é uma medida macroscópica que reflete uma quantidade microscópica, que é o grau de agitação das partículas das substâncias. As partículas, em um nível molecular e mesmo no nível atômico, não estão em repouso e apresentam constante agitação vibracional (no caso dos objetos sólidos e líquidos) e translacional (no caso de gases). Assim, as substâncias possuem energia cinética e a aproximação da medida da energia cinética média, é possível obter-se a partir da medida da temperatura. Estes conceitos serão desenvolvidos nas aulas 1 e 2, onde serão reconhecidos e, se possível, problematizados a partir daqueles de senso comum e das concepções prévias.

Na aula 3, por sua vez se constrói a ideia de um objeto que nos assegure uma medida confiável de temperatura. Inicialmente aplicando o experimento obtido a partir da Física Conceitual de Paul Hewitt (HEWITT, 2002) para desconstrução da ideia de senso comum que o do corpo humano é o um bom verificador da temperatura, e então propomos ao aluno atividades para conhecer o termômetro e seus vários tipos e aplicações.

Chegando a quarta aula em que é construído um termoscópio, instrumento que permite a verificação da temperatura utilizando como substância termométrica o ar dentro de uma garrafa pet pequena, e como substância para marcação de nível que será relacionada a temperatura, a água com corante para melhorar a sua visualização, estando esta água em um tubo em formato de “U”. É utilizada uma mangueira de pedreiro para confeccionar este um tubo em formato de “U”. Com esta atividade e neste ponto o professor pode inclusive simular com o estudante uma escala termométrica, desde que esteja entre as habilidades possíveis para o estudante de inclusão.

4. PRODUTO EDUCACIONAL

Aqui seguem os planos que sugerem a aplicação do produto. O professor irá perceber que está muito mais focado em conceitos do que nas relações numéricas. O principal motivo é a percepção do estudante no TEA sobre operações matemáticas mais complexas. Apesar do direcionamento do produto educacional para estudantes com essas especificidades de inclusão, no foco de aprendizagem citado acima, esta proposta de ensino considera também possibilidades para discentes que não apresentam essas especificidades.

4.1. VISUALIZAÇÃO GERAL DO PRODUTO

Tabela 4: Visão Panorâmica da Organização da Sequência Didática Potencialmente Significativa proposta.

Aula	Objetos do Conhecimento	Proposições	Atividade
-------------	--------------------------------	--------------------	------------------

1	Temperatura e Relação quente/frio.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificar concepções prévias relacionadas à temperatura; ❖ Descrever de forma qualitativa a temperatura dos corpos; ❖ Propor um método para medida de temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diálogo; ❖ Propostas de questões; ❖ Simulador virtual; ❖ Visualização de vídeo.
2	Definição de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diferenciar sensação térmica de temperatura; ❖ Conceituar qualitativamente a temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proposição de questões problema relacionadas ao que será observado no experimento; ❖ Levantamento de hipóteses por parte do aluno; ❖ Atividade Experimental; ❖ Discussões de questões teóricas.
3	Medidas de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desenvolvimento de termômetros ❖ Escalas termométricas; ❖ Variedade de termômetros. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Apresentação de vídeo; ❖ Manuseio e exploração de variados termômetros. ❖ Tabela para preenchimento; ❖ Problematizar situações relacionadas às ferramentas apresentadas.
4	Medidas de Temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Construção de um termoscópio análogo ao termoscópio de Galileu; ❖ Criação de escala termométrica pessoal. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Construção e exploração da atividade experimental; ❖ Relacionar as modificações no termoscópio com a temperatura através das hipóteses levantadas pelo aluno; ❖ Debater as relações entre a física formal identificando a presença de conhecimento de senso comum na estrutura cognitiva do aluno.

Fonte: Próprio autor

4.2. PLANOS DE AULA

AULA 1

Períodos: 1 período de 50 minutos

Objetos do conhecimento: Temperatura – Relação quente e frio.

Problema de Investigação: É possível a adaptação das concepções de senso comum ao formalismo científico?

Objetivos de ensino:

- Descrever de forma qualitativa a temperatura dos corpos;
- Diferir as sensações de quente e frio de temperatura;

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Acolhida do aluno no laboratório de física através de abraço (sempre que possível dentro das limitações do estudante), dando o “Bom dia” de forma clara e segura. Apresentação da rotina da aula no quadro para que o aluno saiba o que esperar. Será solicitado que o estudante tenha no computador (Ipad, netbook ou notebook) um caderno de campo (não havendo a possibilidade de um instrumento eletrônico, pode ser utilizado um caderno convencional de papel), em que faça suas anotações, explicações e crie perguntas durante as aulas – sugere-se ao professor que, durante o desenvolvimento das atividades, oriente o estudante a fazer as anotações no seu caderno de forma que este tenha o material de pesquisa e auxilie na internalização dos conceitos que estão sendo trabalhados.

Desenvolvimento:

A aula será dividida em 2 momentos;

Primeiro momento: Investigação de concepções prévias e de concepções de senso comum – teórico-prática.

Uma breve interrogação ao aluno a respeito de formas de medir temperatura, quando ele precisa medi-la, de forma que o estudante pense nas questões de saúde e ambientais (GREF, 1998).

- 1) Como está o tempo hoje (quente ou frio)?
- 2) Qual o valor de temperatura representa isso?
- 3) Se tu estivesse no polo norte isto seria alta ou baixa temperatura?
- 4) E a temperatura do teu corpo, qual é?
- 5) E se tu estiveres doente, qual poderia ser a temperatura do teu corpo?
- 6) Tua mãe testa esta temperatura com que parte do corpo dela?
- 7) Esta medida é precisa?
- 8) Como verificamos estas medidas?
- 9) No dia-a-dia costumamos utilizar gelo no refrigerante ou no suco para resfriá-lo. De que maneira o gelo faz isso?
- 10) Nos livros de Monteiro Lobato, O Sítio do Pica-pau Amarelo a tia Anastácia costuma esfriar um bolo colocando-o na janela. Por que o bolo esfria?
- 11) Por que quando estamos com febre e colocamos uma compressa fria na testa o pano é aquecido? O que acontece com a superfície da testa onde o pano é colocado?
- 12) Mas então o que é temperatura? E por que ela é diferente em algumas situações?



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Cabe lembrar que em questões relacionadas ao cotidiano do estudante o professor adapte as questões ligadas ao ambiente cultural da escola e do aluno, dando importância ao que o estudante traz em sua bagagem e sintam-se valorizados também por este viés.

Segundo momento:

Neste momento abre-se espaço para debates e discussões de ideias. Solicita-se que o aluno tente explicar com as próprias palavras o que ele considera que seja temperatura.

Após o estudante apresentar suas hipóteses, será passado para ele um vídeo de 2 minutos e 38 segundos de um anime japonês que relata a existência de uma temperatura chamada zero absoluto e seu significado. Neste momento será feita uma pausa para que o estudante possa caminhar e relaxar a mente.

Fechamento:

Após o aluno irá descrever no caderno de campo as atividades realizadas e o que houve de conceito que possa compartilhar conosco em sua atividade. Como lhe falta motricidade na escrita, então há a necessidade de um notebook ou computador que lhe facilite a escrita.

Recursos:

Simulador virtual, notebook.

AULA 2

Períodos: 1 período de 50 minutos

Objetos do conhecimento: Temperatura – Relação entre quente e frio, definição de temperatura;

Problema de Investigação: Existem para o aluno métodos de aferição de temperatura? São todos eficientes?

Objetivos de ensino:

- Propor um método para medida de temperatura;
- Diferenciar sensação térmica de temperatura.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Acolhida do aluno no laboratório de física através de abraço (sempre que possível dentro das limitações do estudante), dando o “Bom dia” de forma clara e segura e apresentação da rotina no quadro para o conhecimento do estudante.

Desenvolvimento:

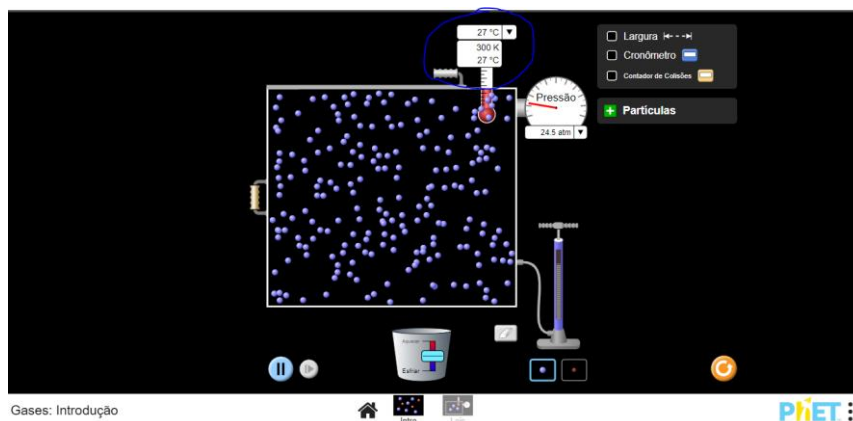
A aula será dividida em 3 momentos;

Primeiro momento:

A partir do vídeo assistido no encerramento da aula anterior, serão trabalhadas as questões relativas ao movimento molecular. Sempre com a ideia de trazer para o concreto às necessidades do aluno, será apresentada para ele a simulação do site *phet* da universidade do Colorado⁷. Após o aluno explorar um pouco o simulador será demonstrado, focando no movimento das partículas para substâncias gasosas para, pelo menos 3 faixas de temperatura: próximo ao zero absoluto, próximo à temperatura ambiente (em torno de 23°C) e em torno de 200°C. Neste momento ainda não serão trabalhadas as escalas de temperatura, assim, sugere-se que o professor altere no próprio simulado a unidade de medida para graus Celsius.

⁷ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

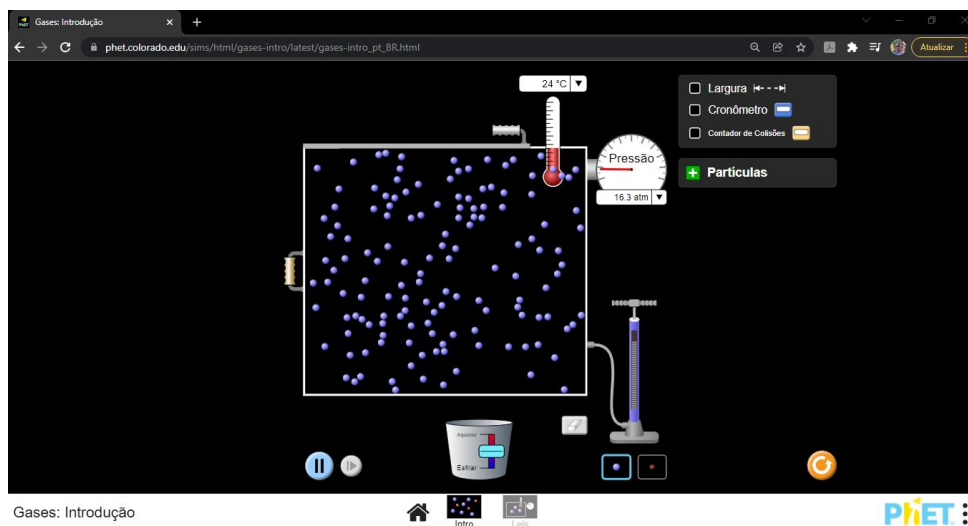
Figura 18: Simulado Phet para gases indicando o local para mudança de unidade de medida de temperatura:



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro

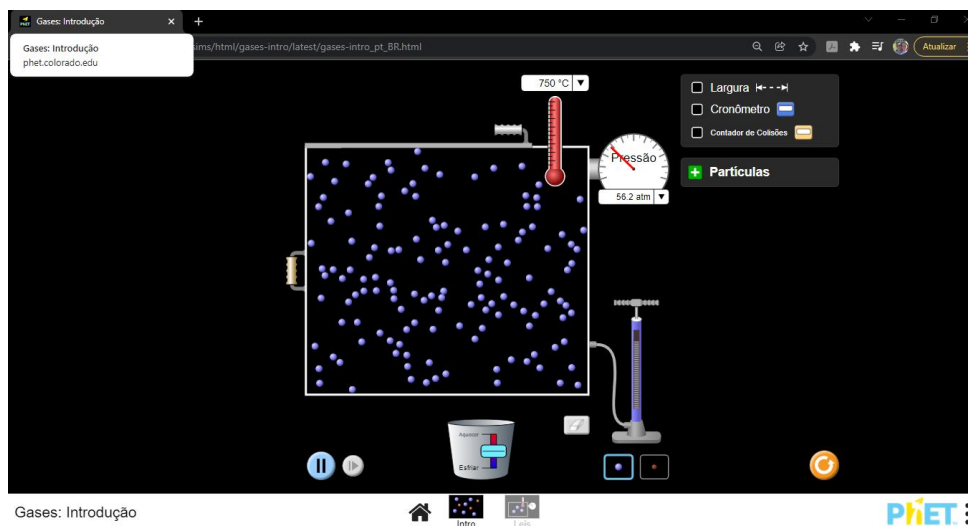
A seguir são apresentadas figuras que podem ser trabalhadas neste momento da aula.

Figura 199: Gás ideal a temperatura ambiente.



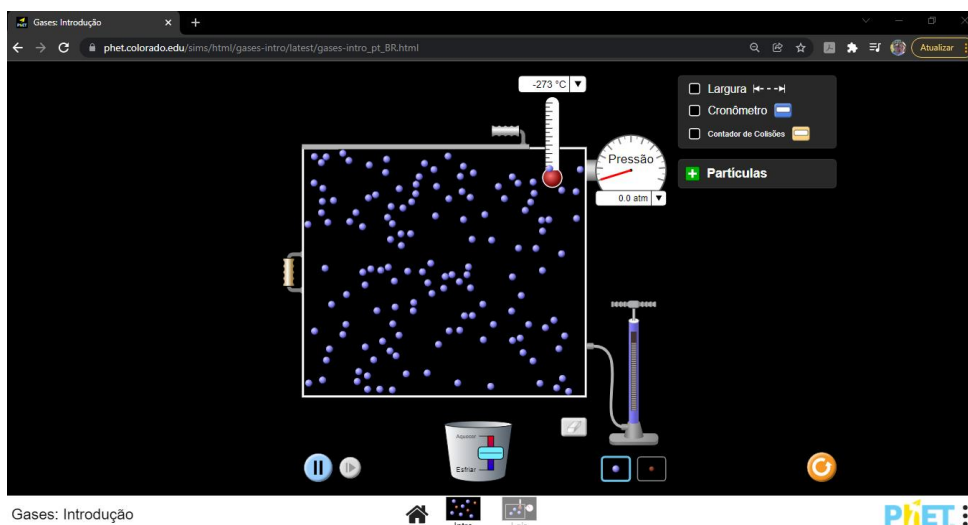
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Figura 200: Gás ideal a alta temperatura.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Figura 21: Gás ideal próximo ao Zero Absoluto.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro, acessado última vez em 01/08/2022

Na figura 1 está apresentado o gás a temperatura ambiente, o professor deve procurar guiar o estudante de forma que relacione o movimento das partículas do gás a temperatura.

Solicita-se ao aluno definir o que pode dizer da velocidade das partículas à temperatura ambiente. Espera-se que o estudante as defina como lentas.

Ao aumentar a temperatura para um valor mais alto, espera-se que o estudante perceba que a velocidade das partículas aumente também.

Ao reduzir a temperatura para -273°C , espera-se do estudante a percepção que a velocidade das partículas diminua tanto a ponto de quase parar. Sugere-se ao aluno que compare as velocidades nas três situações com os valores das temperaturas, e as insira na tabela abaixo:

Tabela 5: Associação entre a "TEMPERATURA" do gás e a "VELOCIDADE" das partículas, em que os valores das colunas correspondentes deverão ser preenchidos pelos alunos.

TEMPERATURA	VELOCIDADE
750°C	
27°C	
-273°C	

Primeiro momento: Investigação de concepções prévias e de concepções de senso comum – teórico-prática.

Para resgatar um pouco do estudo feito na última aula, serão feitas algumas questões (GREF, 1998).

- 1) O que é temperatura?
- 2) Por quais meios podemos verificá-la?
- 3) Estes meios que você sugeriu são eficientes? Por quê?
- 4) Nosso corpo é preciso para verificar temperatura?

Segundo Momento:

Com a ideia de quente e frio (sugere-se comparar a temperatura em Porto Alegre e em um lugar como Polo Norte, o que seria quente e frio em cada local), e da medida de

temperatura com a mão durante uma febre, cria-se um caminho para a experiência de imprecisão numérica e sensitiva na medida efetuada com alguma parte do corpo.

Ainda é possível averiguar mais alguns conceitos presentes na estrutura cognitiva do aluno:

Apresentando para o estudante uma garrafa térmica com água quente dentro.

- 1) A água está quente ou fria?
- 2) Como ela foi aquecida? [Procurar analisar do ponto de vista de energia junto ao aluno]
- 3) Em que situação permanece quente por mais tempo, garrafa aberta ou fechada? Por que a aberta esfria mais rapidamente?

Com isso partimos para a realização da experiência (Hewitt, 2002).

Material:

- 1) 3 bacias que comportem a mão do aluno;
- 2) uma garrafa de água fria da geladeira;
- 3) uma garrafa de água a temperatura ambiente (morna);
- 4) uma garrafa de água quente com temperatura maior que a ambiente;

A partir da discussão anterior introduz-se as sensações de quente e frio para dirigir a experimentação.

Será apresentada ao aluno a experiência das três bandejas de água a baixa temperatura (próximo ao 0°C) – água gelada, temperatura média (em torno de 20°C) – água morna, e a temperatura alta (40°C , aproximadamente) – água quente.

- Queremos medir a temperatura da água nas bacias com a mão. Qual será a temperatura de cada uma usando a mão?

O aluno começará colocando uma mão na bacia com água quente e a outra na bacia com água fria. Em seguida irá colocar as duas mãos na bacia que contém água morna,

- Na mão direita a água da bacia do meio está quente ou fria?
- E na mão esquerda a água da bacia do meio está quente ou fria?
- O que podemos concluir disso? Será que o problema está nas águas que medimos a temperatura?

Fechamento:

Após o aluno irá descrever em seu caderno de campo as atividades realizadas e o que houve de conceito que possa compartilhar conosco da realização do experimento e das respostas que trouxe e foram debatidas.

Recursos:

Três bacias, água em temperaturas diferentes, notebook.

Avaliação:

Relato dos fenômenos observados pelo aluno onde ele procurou relacionar com os conceitos de temperatura.

AULA 3

Períodos: 1 período de 50 minutos

Objetos do conhecimento: Temperatura – medidas de temperatura;

Problema de Investigação: Quais instrumentos podemos utilizar para ter maior precisão nas medidas de temperatura? Os termômetros são todos iguais?

Objetivos de ensino:

- Desenvolvimento de termômetros;
- Apresentação das escalas termométricas;
- Apresentação de diferentes termômetros.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Acolhida do aluno no laboratório de física com abraço (sempre que possível dentro das limitações do estudante), dando o “Bom dia” de forma clara e segura e apresentação da rotina da aula para o conhecimento do estudante.

Desenvolvimento:

A aula será dividida em 2 momentos;

Primeiro momento:

Após a acolhida foi feito um resgate a respeito da aula da semana anterior. Foram lembrados os conceitos de temperatura e o método de medi-la (termometria) através de problemas contextualizados do cotidiano relacionando com a teoria já em desenvolvimento. Foi apresentado, também, o vídeo sobre a história das escalas de temperatura e abrindo espaço para relaciona-lo com o método de medidas das variadas escalas termométricas baseadas nas dilatações de gases e líquidos.

“Será que é possível observar a dilatação, de fato, em fluidos e transformar em medidas de temperatura?”

Segundo Momento:

Com a ideia de que a temperatura pode ser medida pela dilatação de fluidos explorou-se junto ao estudante, os termômetros clínicos e de laboratório. A partir destes serão discutidos outros tipos de termômetros (ALVARENGA, 1979).

Fechamento:

Preenchimento da tabela relacionando tipos de termômetros, faixa de temperatura e uso indicado de cada aparelho.

Recursos:

Termômetro clínico, termômetro espeto, termômetro de laboratório.

Avaliação:

Preenchimento da tabela 2.

Tabela 2: Relacione os termômetros com a faixa de temperatura e a indicação de uso:

Termômetro		Faixa de Temperatura	Utilização
Clínico			
Laboratório			
LASER			
Espeto			

Fonte: Próprio autor.

AULA 4

Períodos: 1 período de 50 minutos

Objetos do conhecimento: Temperatura – medidas de temperatura;

Problema de Investigação: Como podemos construir um termoscópio caseiro?
Como explicar o conceito físico de temperatura nas medidas feitas com nosso termoscópio?

Objetivos de ensino:

- Construção de um termoscópio análogo ao termoscópio de Galileu;
- Montagem de uma escala termométrica pessoal.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Acolhida do aluno no laboratório de física através de abraço (sempre que possível dentro das limitações do estudante), dando o “Bom dia” de forma clara e segura e apresentação da rotina da aula para o conhecimento do estudante.

Desenvolvimento:

A aula foi dividida em 3 momentos;

Primeiro momento:

Resgatando as discussões feitas na aula da semana anterior, recorda-se que para a montagem de um termômetro é necessário uma substância termométrica e observar sua dilatação ou contração conforme o aquecimento ou o resfriamento.

O professor apresenta seu próprio termoscópio que deve construir como exemplo para que o estudante tenha um modelo para seguir, o estudante pode explorá-lo inicialmente.

“Podemos observar macroscopicamente dilatações?”

Segundo Momento:

Para a montagem do termoscópio o aluno teve um modelo desenvolvido pelo professor, mas o aluno construiu o seu, com o objetivo de trabalhar erros na construção e especificamente sua motricidade fina e ampla.

Seguiu-se a montagem do termoscópio.

Para isso utilizamos:

- ❖ Uma garrafa pequena de 200 ml;
- ❖ Um metro de mangueira de nível transparente encontrada em lojas de ferragens;
- ❖ Um pedaço de madeira para suporte;
- ❖ Água;
- ❖ Corante alimentício;
- ❖ Faca ou chave de fenda aquecida ou ainda um ferro de solda;
- ❖ Cola quente.

Figura 22: Material para construção do termoscópio.



Fonte: próprio autor.

Figura 23: Ferramentas e termoscópio construído pelo professor-pesquisador.



Fonte: arquivo do professor-pesquisador.

Com a faca ou chave de fenda o aluno abre-se um furo na tampa da garrafa em que a mangueira passasse sem folga. Insira uma ponta da mangueira neste furo vedando bem o espaço entre a mangueira e o furo utilizando a cola quente.

Coloque a mangueira na base de forma que a garrafa fique pendurada e a mangueira tenha forma de U em seguida insira água com corante dentro da mangueira.

Observação: é muito comum como fonte de erro a vedação, se não for bem-feita o ar escapa pela borda entre a garrafa e a mangueira e o líquido não desequilibra.

Figura 214: Modelo de Termoscópio construído pelo professor.



Fonte: próprio autor.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Terceiro Momento:

Exploração do termômetro:

O aluno pode explorar o termômetro observando o movimento do líquido quando se modifica a altura da garrafinha quando a outra ponta da mangueira está aberta. Para resolver este problema sugere-se discutir a questão da pressão atmosférica e a variação da coluna de água.

Orienta-se que o estudante feche a outra ponta da mangueira com um pouco de cola quente, reduzindo os efeitos da pressão atmosférica.

Segue-se a exploração do termoscópio que poderá ser feita de forma qualitativa ou quantitativa, essa é uma avaliação feita pelo professor dependendo do nível cognitivo do aluno levando em conta o quanto seu estudante domina a linguagem matemática.

Para esta parte da atividade utilize quatro marcações do nível da água na madeira em que a mangueira encontra-se fixa.

- 1) A primeira marcação corresponde ao nível da água sem aquecimento ou resfriamento esta pode ser associada a temperatura ambiente da sala.
- 2) A segunda marcação o estudante faz após aquecer a garrafa com a mão – esta marcação está associada à temperatura do corpo humano.
- 3) A próxima marcação será feita colocando a garrafa em água gelada – de preferência com pedras de gelo e álcool dentro para que a temperatura aproxime-se do ponto de fusão da água e esta associação então possa ser feita.
- 4) A quarta marcação será feita com água aquecida. Procure colocar a água em tronco de 60°C, evitando o vazamento da água pela outra extremidade da mangueira.

Fechamento:

Identificando os conceitos trabalhados nas quatro aulas com relação a temperatura, busca-se questionar o estudante sobre o que fez o líquido desequilibrar, em qual condição o



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



líquido se desloca para um lado e em qual o líquido se desloca para o outro dentro da mangueira, qual seria a substância termométrica, e a partir disto observar o que o aluno foi capaz de apresentar em forma de aprendizado. É importante observar que a substância termométrica é o ar contido na garrafa, visto que este é quem dilata ou contrai conforme a variação da temperatura e o professor deve lembrar de orientar o estudante chamando atenção que a água na mangueira serve somente para o efeito visual e a marcação para cada temperatura testada.

Recursos:

Garrafa de 200 ml, mangueira de nível. Pedaco de madeira, tubo e pistola de cola quente, corante, bacia de água quente, bacia de água fria, caneta.

Avaliação:

É sempre importante salientar que a avaliação deve ocorrer a todo instante no decorrer do processo. O professor deve buscar nas respostas e nas atitudes do aluno a demonstração de conhecimentos que possam estar sendo agregados à estrutura cognitiva do aluno.

Dúvidas, respostas e hipóteses que aluno apresente são ferramenta indicativas de uma potencial aprendizagem, desta forma o professor pode de maneira não penalizadora (sem acrescentar ou retirar pontos), questionar o aluno e identificar em qual fase do processo de aprendizagem o aluno se encontra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional busca em cada passo, a integração entre o professor e o aluno de inclusão, para que o professor seja a ponte entre os conceitos físicos e o aluno. É de conhecimento geral que cada estudante tem seu tempo e forma de aprendizagem esta percepção deve ser respeitada na sala de aula, desta maneira a aprendizagem se torna algo prazeroso e eficaz do ponto de vista do aluno.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Embora o produto em si tenha sido construído focado na interação professor-aluno, espera-se que em próximas experiências pedagógicas ele tenha potencial para ser aplicado em sala de aula regular com toda diversidade de experiências, saberes e aprendizagens que a sala de aula é capaz de trazer. Consideramos que a aula deve estar organizada afim de possibilitar a interação entre os estudantes neurotípicos e os estudantes com alguma limitação, e promover desta forma a inclusão incentivada nesta troca de conhecimentos, construindo uma visão amplificada, para discentes e docentes, de como é possível lidar com o diferente.

Em tempos onde o diferente é sempre atacado e não há uma disposição da sociedade para ouvir o outro, atividades em que o diferente é acolhido e faz parte do grupo, pode ser uma estratégia com potencial de contribuir na melhoria da sociedade.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



6. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B. Curso de física. São Paulo: Harbra, 1979. v. 2.

AUSUBEL, D.P. Educational Psychology: Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc, 1968.

GREF, Física. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2.

HEWITT, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002

American Psychiatric Association. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5, 5a ed.:. Porto Alegre, RS: Artmed, 2014.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Aprendizagem Significativa Em Revista, 1(3), 25–46. Retrieved from http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/1778-0.pdf, 2011.

MOREIRA, M. A. O construtivismo de Ausubel - Texto preparado para a disciplina de pós-graduação Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior - Instituto de Física – UFRGS (2003). p5.

VYGOTSKY, L. S. (1987) Mind in Society - The Development of Higher Psychological Process. Cambridge MA. Harvard University Press.

VYGOTSKY, L.S. (2004). Psicologia Pedagógica. (Bezerra, P., Trad.). São Paulo: Martins, Fontes (Original publicado sd.).